

ESTRATEGIAS DURANTE LA FASE DE LACTACIÓN DE LA CERDA PARA AUMENTAR EL PESO DEL LECHÓN AL DESTETE, Y SUS IMPLICACIONES ECONÓMICAS.

Trabajo Final de Máster
Máster en Ingeniería Agronómica
Universidad de Lleida

Autor: Mario Durán Orea

Tutor: Javier Álvarez Rodríguez (UdL)

Cotutora: Carme Soldevila Novell (Grupo Vall Companys)



Universitat de Lleida
Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Agrària



Vall Companys
G R U P O



TABLA DE CONTENIDOS

1. ABSTRACT	1
2. INTRODUCCIÓN	3
3. OBJETIVOS	6
3.1. OBJETIVO PRINCIPAL	6
3.2. OBJETIVO SECUNDARIO	6
4. MATERIALES Y MÉTODOS	7
4.1. EXPLOTACIÓN	7
4.2. NIVEL DE ALIMENTACIÓN DE LA CERDA	9
4.3. SUPLEMENTO AL LECHÓN	13
4.4. DISEÑO DEL EXPERIMENTO	14
4.5. VARIABLES DE CONTROL	16
4.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	21
4.7. ANÁLISIS ECONÓMICO	22
5. RESULTADOS	23
5.1. EFECTO DEL NIVEL DE ALIMENTACIÓN DE LA CERDA Y DEL SUPLEMENTO AL LECHÓN	23
5.2. EFECTO DEL CICLO PRODUCTIVO DE LA CERDA	33
5.3. EFECTO DE LA RÉPLICA	35
5.4. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LAS ESTRATEGIAS	37
5.5. EFECTO DE LA CONDICIÓN CORPORAL DE LA CERDA AL PARTO	41
6. DISCUSIÓN	45
6.1. EFECTO DEL NIVEL DE ALIMENTACIÓN DE LA CERDA Y DEL SUPLEMENTO AL LECHON	45
6.2. EFECTO DEL CICLO PRODUCTIVO DE LA CERDA	49
6.3. EFECTO DE LA RÉPLICA	49
6.4. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LAS ESTRATEGIAS	50
6.5. EFECTO DE LA CONDICIÓN CORPORAL DE LA CERDA AL PARTO	51
7. CONCLUSIÓN	52
8. REFERENCIAS	54

1. Abstract

This study was set out with the hypothesis of increasing the sow feed level during lactation phase and/or providing piglets a supplement during their first days of live, could contribute to increase the piglet body weight at weaning and reduce the piglet weights variability. The experimental part was developed in a Spanish commercial multiplier farm, which is located in Soses, Lleida. 191 hybrid sows Landrace x Large-White inseminated with Pietrain were used, and theirs 2.361 piglets. The proportion of sows by reproductive cycle was: 33% of 1st farrowing; 50% between 2nd and 5th farrowing; and 17% of more than 5th farrowing. The fifty per cent of sows were fed during lactation phase based on a 2 daily portions curve, with a potential daily feed intake of 6,9 kg/day; while the rest of the animals were fed based on 3 daily portions curve, with a potential daily feed intake of 8,3 kg/day for primiparous sows, and 8,9 kg/day for multiparous sows. Regarding their piglets, half of the litters didn't receive anything (negative control); while an isotonic supplement (*Tonistry Px*[®]) were supplied to the rest of litters during theirs first days of live. Four consecutive replicas were developed between February and May, where the next variables were controlled: farrowing room temperature, individual feed intake of sow, supplement intake of litter, body weight of sow, backfat and loin thickness of sow, body weight of piglets, litter mortality, and scours impact.

None of the two tested strategies achieved the expected goal; neither productively nor economically. Providing a daily extra feed portion to the sows during lactation phase caused an increase in intake, but no performance increase. However, this increase in intake had a significant impact on reserves mobilization. The sows that consumed less amount of feed were the ones that lost more body weight, fat and protein. The reduction of feed intake also implied an increase in the weaning-mating interval, although the main cause of this increase could be related with the mobilization of lean tissue.

The isotonic supplement, despite of incurring extra costs, neither achieved increasing the litters productive performance. Within the control group pre-weaning mortality and coefficient of variation of weights were lower than in supplement group; and average daily gain was higher.

Finally, the sow body condition at farrowing had an important effect on the productive performance during lactation phase. As smaller was the backfat thickness of the sow at farrowing, the sows showed higher feed intake and less reserves mobilization. However, the most productive sows were the 25% of animals that arrived at farrowing with the highest reserves level, specifically, their average backfat thickness was approximately 16 mm (15,85±0,23 mm).

RESUMEN

El presente trabajo se planteó bajo la hipótesis de que aumentar el nivel de alimentación de la cerda en la fase de lactación y/o suplementar los lechones durante los primeros días de vida podría contribuir al aumento del peso de los mismos al destete y a la reducción de la variabilidad de pesos a la entrada en transición. Se diseñó para ello un estudio experimental en una granja comercial de cerdas reproductoras situada en el término municipal de Soses, provincia de Lleida. Se utilizaron un total de 191 cerdas híbridas Landrace x Large-White, inseminadas con Pietrain como línea paterna; y sus respectivos 2.361 lechones. La proporción de cerdas en la prueba por ciclo productivo fue la siguiente: 33% de 1^{er} parto; 50% entre 2º y 5º parto; y 17% de más de 5 partos. La mitad de ellas fueron alimentadas durante la fase de lactación en base a una curva de 2 raciones diarias con un potencial teórico de consumo medio de 6,9 kg/día; mientras que el resto de los animales lo hizo mediante una curva de 3 raciones diarias, cuyo consumo potencial teórico fue de 8,9 kg/día para las cerdas multíparas, y 8,3 kg/día para las primíparas. Respecto a sus lechones, la mitad de las camadas no recibieron ningún tratamiento (control negativo); mientras que a la otra mitad se le suministró un suplemento isotónico (*Tonistry Px*®) durante los primeros días de vida. Durante la fase experimental, que tuvo lugar entre los meses de febrero y mayo y estuvo constituida por 4 réplicas, se controlaron las siguientes variables: temperatura de las salas de parto, consumo individual de pienso de la cerda, consumo de suplemento por camada, peso de las cerdas, espesor de grasa dorsal y espesor de lomo de las cerdas, peso de los lechones, mortalidad de las camadas, e incidencia de diarrea.

Ninguna de las dos estrategias probadas logró el objetivo esperado; ni productiva ni económicamente. Aportar una ración de pienso extra diaria durante la fase de lactación contribuyó a un mayor consumo de las cerdas que no se vio reflejado en un aumento del rendimiento productivo. Sin embargo, este aumento de la ingesta sí tuvo repercusión sobre la movilización de reservas, siendo las cerdas que menos consumieron aquellas que más pérdidas de peso, grasa y músculo experimentaron. El intervalo destete-1ª cubrición aumentó también con el descenso de la ingesta, aunque la principal causa de dicho aumento podría estar relacionada con la mayor movilización de tejido magro en los grupos de dos raciones.

La estrategia de suplementar al lechón, a parte de provocar un aumento en los costes de producción, no consiguió tampoco el objetivo buscado, ya que se observaron mayores índices de mortalidad, coeficientes de variación de pesos al destete superiores y peores ganancias de camada diaria que el grupo de camadas sin tratamiento.

Finalmente, la condición corporal de la cerda al parto ejerció un efecto notable sobre su rendimiento productivo en lactación. Cuanto menor fue el espesor de grasa dorsal con el que el animal llegó al parto, mayor fue su consumo y menor su movilización de reservas en lactación. Sin embargo, las cerdas que ofrecieron mejores resultados productivos fueron el 25% de animales del estudio que llegaron al parto en un estado de reservas más elevado; con un espesor de grasa dorsal medio de aproximadamente 16 mm (15,85±0,23 mm).

2. Introducción

El sector porcino actual tiene como objetivo prioritario conseguir un proceso de producción eficiente, mediante el cual se obtenga un producto de alta calidad; respetando siempre, tanto el bienestar animal, como el compromiso con el medioambiente (Patience, 2015). Las grandes empresas del sector gestionan prácticamente toda la cadena, desde la cría de los animales hasta el sacrificio, despiece y comercialización de las canales; buscando siempre el mayor beneficio económico. Aunque son muchos los factores con efecto económico sobre el resultado final, la alimentación de los animales puede ser uno de los más importantes; de hecho, en torno al 70% de los costes totales de producción de un cerdo blanco en España recae sobre la alimentación (SIP, 2016).

Dentro del apartado de alimentación, según el estudio citado anteriormente, el pienso correspondiente a las fases de transición y cebo representa aproximadamente el 78 % del total consumido en toda la fase productiva. Debido a esto, las grandes empresas suelen dedicar más recursos para crear dietas más específicas y ajustadas a las necesidades de los cerdos en estas dos últimas fases. Mientras tanto, parece ser que la alimentación de las cerdas suele quedar más desatendida, las cuales son alimentadas, en la mayoría de ocasiones, siguiendo un único criterio general en el que la única diferenciación establecida tiene lugar entre pienso de gestación y pienso de lactación (Moehn et al., 2009).

Es bien sabido que cada cerda posee un potencial genético distinto a las demás para producir leche, para ingerir alimento, e incluso para movilizar reservas (NRC, 2012). Sí es cierto que existe esta gran variabilidad, no sólo entre animales individuales, sino también entre grupos de cerdas de distintos ciclos productivos o de diferentes estados de reservas corporales; parece lógico preguntarse si las estrategias y programas nutricionales generalistas que se utilizan actualmente satisfacen las necesidades de todas las cerdas, o si se precisa reajustarlos a las características individuales de cada una de ellas y a la evolución de la producción. De hecho, hoy en día cada vez más se plantea la idea de intentar diseñar dietas más específicas y diferenciadas para la alimentación de las cerdas, pues podría ser una de las estrategias que ayudase a conducir hacia la producción de cerdos al mínimo coste (Alexander et al., 2006). Hay quien ya propone la importancia de incidir en la diferenciación de estrategias de alimentación durante la transición de la cerda entre el pienso de gestación y el de lactación, dependiendo de su ciclo productivo, de su peso vivo o estado de reservas, o de las condiciones ambientales de la sala de parto; para lograr mejores rendimientos (Theil, 2015). Prueba de ello es la conclusión del estudio de Tokach y Goç Alves (2015): “Las diferencias de los sistemas de alimentación y dietas utilizados en la mayoría de los países productores de porcino demuestran que se puede alimentar a las cerdas de muy diversas maneras y en todos los casos obtener excelentes resultados”.

La fase más complicada en la alimentación de la cerda quizás sea la lactación. La finalización de la gestación, la transición de la cerda del grupo de gestación a la sala de partos, y el propio parto en sí desencadenan un cúmulo de situaciones de estrés en el animal que provoca, entre otras cosas, la pérdida de apetito. Esta pérdida de apetito se agudiza en el periodo comprendido entre la última semana de gestación y la primera tras el parto, coincidiendo con el momento en que los niveles de producción se triplican.

Desafortunadamente, este gran esfuerzo metabólico no es compensado por un aumento en paralelo de la ingesta de pienso, por lo que la cerda se ve obligada a movilizar reservas para hacer frente a dicho desequilibrio (Monsier et al., 2010; Hansen, 2012); ya que en este momento de transición lo prioritario para la cerda son sus fetos/lechones y, consecuentemente, la producción de calostro/leche (Theil et al., 2012). Efectivamente, la movilización de reservas durante la fase de lactación es un fenómeno habitual en la gran mayoría de las cerdas como consecuencia de una ingesta insuficiente (Eissien et al., 2000); sin embargo, el control de dicha movilización debe ser prioritario si se persigue el objetivo de optimizar el rendimiento productivo y la longevidad de los animales (Dourmad, 2008). Para afrontar adecuadamente este periodo de desequilibrio energético, una pauta de alimentación recomendable consiste en proporcionar a las cerdas dosis bajas de pienso hasta el 2º ó 3º día tras el parto; momento a partir del cual comenzar a incrementar la ración diariamente de forma gradual (Hansen et al., 2012). Yendo más allá, sería más recomendable establecer una curva de alimentación diferente para cada animal, en la que se vaya incrementando la dosis diariamente de forma gradual hasta aproximadamente los 10 días tras el parto y, a partir de entonces, tratar de alimentar a la cerda con una curva cercana a la disposición de pienso ad libitum; siempre teniendo en cuenta la capacidad de ingesta de cada una de ellas (Eissen et al., 2000; Hansen et al., 2012).

Además de todo esto, el progreso genético durante los últimos años ha estado especialmente centrado en el aumento de la prolificidad de las cerdas. La prueba de ello es el incremento anual de la productividad de la cerda, a razón de 0,4 lechones destetados por cerda y año, durante el periodo 2006-2016 en España (SIP, 2016). Sin embargo, las principales consecuencias negativas que ha traído consigo este progreso genético han sido: el descenso del peso del lechón al nacimiento, incrementando así la proporción de lechones con bajo peso al nacimiento; y el aumento de la variabilidad de pesos dentro de la camada (Quinou et al., 2002; Quesnel et al., 2008; Beaulieu et al., 2010; Baxter et al., 2013, Rutherford et al., 2013).

Numerosos estudios demuestran que estos lechones de bajo peso al nacimiento poseen índices de mortalidad superiores al del resto y ritmos de crecimiento más bajos (Herpin et al., 2002; Baxter et al., 2008; Beaulieu et al., 2010; Devillers et al., 2011). Este hecho conlleva un aumento de la variabilidad de pesos al destete, la cual se va arrastrando hasta el final de la fase de cebo. De hecho, se demostró en un estudio que una diferencia de 1 kg de peso al destete entre lactaciones de 18 o de 22 días, se convertía en una diferencia de 7 kg en el momento del sacrificio (López et al., 2017). Dado que se busca siempre un peso al sacrificio uniforme, esto provoca un incremento en el tiempo necesario para vaciar el cebadero; con la consecuente acumulación de días no productivos en dichas plazas de cebo. Sin embargo, intentar poner especial interés en maximizar el crecimiento de estos lechones de bajo peso al nacimiento durante la fase de lactación debería ser una de las estrategias más adecuadas para aumentar su peso al destete, reduciendo así la variabilidad de pesos en la entrada a transición (Pluske et al., 2005; Douglas et al., 2013) e incrementando de esta manera la tasa de crecimiento de los mismos durante las fases de transición y cebo (Klindt, 2003).

La producción de leche es el principal factor limitante del crecimiento de la camada durante la fase de lactación (Quesnel et al., 2012). Ésta aumenta con el tamaño de la camada (Revell et al., 1998; Hansen et al., 2012) como consecuencia del aumento del número de pezones funcionales y de la estimulación de la ubre (Auldist et al., 1998).

Además, este parámetro vuelve a ser animal-dependiente; variando en función de la paridad y el estado de reservas de la cerda (King, 2000).

Los lechones de bajo peso al nacimiento, a menudo suelen ser más débiles y menos vitales que el resto; lo que provoca un menor consumo de leche por su parte debido al aumento de la competitividad por conseguir un pezón funcional; cada vez más limitados con el aumento de la prolificidad. Si además de nacer con menos peso, estos lechones consumen menos cantidad de leche, es evidente pensar en la necesidad de suplementarlos con algún producto para aumentar su tasa de crecimiento durante la lactación y tratar de reducir así la variabilidad de pesos al destete.

Una posible solución que permite incrementar de forma efectiva el crecimiento temprano de estos lechones es la suplementación de los mismos mediante leche maternizada o lacto-reemplazantes (Azain et al., 1996; Dunshea et al., 1999; Wolter et al., 2002), aunque se requiere un gran esfuerzo de inversión y tiempo de dedicación para implementar esta práctica en una granja comercial de gran tamaño.

Otra posible solución consistiría en la suplementación sólida o "*Creep feeding*", estrategia consistente en suplementar con pienso de alta palatabilidad y fácil digestibilidad la alimentación láctea de los lechones durante la fase de lactación (Solà-Oriol et al., 2009;2011;2007). Es una estrategia bastante habitual para la que se utilizan fórmulas muy diversas, aunque todas ellas coinciden en utilizar ingredientes de alta palatabilidad combinados con diferentes procesos tecnológicos. El mayor consumo de este primer pienso sólido o creep-feed por parte de los lechones (60%-80% del consumo total en lactación) tiene lugar en la última semana de lactación (Sulabo et al., 2010a), coincidiendo con el descenso de producción de leche por parte de la cerda entorno a un 12,5% (Whittemore y Morgan, 1990). Sin embargo, aunque sí que es cierto que cuanto mayor es el periodo de lactación, mayor es la proporción de lechones que consumen creep-feed; su mayor o menor ingesta no ofrece diferencias significativas sobre el rendimiento productivo pre-destete (Sulabo et al., 2010b).

Por último, existe también la posibilidad de ofrecer al lechón durante los primeros días de vida ciertos suplementos energéticos, isotónicos, soluciones electrolíticas, etc. que actúan como rehidratantes, aporte de energía, modificadores de la microflora intestinal, o mejoradores de la función de los enterocitos. Partiendo de la premisa de que los lechones, como el resto de mamíferos, son capaces de reconocer, seleccionar e ingerir diferentes alimentos en base a las preferencias alimentarias establecidas a través del entrenamiento maternal durante las fases de gestación y lactación (Menella et al., 2001), cabe pensar la posibilidad de utilizar dichos suplementos como estrategia para aumentar el peso del lechón al destete. Son muchos los productos que cada día aparecen en el mercado con esta filosofía, aunque la eficacia de todos ellos todavía no está bien demostrada.

3. Objetivos

3.1. Objetivo principal

Con todo lo anterior se decidió diseñar un experimento cuyo objetivo principal fue probar dos estrategias de aplicación comercial en una granja de reproductoras para tratar de aumentar el peso del lechón al destete y reducir la variabilidad de pesos antes de la transición; una de ellas basada en implementar diferentes curvas de alimentación para la cerda en lactación, y la otra, referente a la suplementación de los lechones durante los primeros días de vida. El objetivo se centró en tratar de comprobar si existían diferencias productivas en la aplicación de estas estrategias frente a la práctica habitual que tiene lugar en la mayoría de las granjas de producción de lechones en España. No sólo se evaluaron las posibles diferencias productivas, sino también económicas. La ejecución de ambas estrategias implica una cierta inversión, por lo que el objetivo del estudio también se focalizó en analizar si el retorno económico de la aplicación de dichas estrategias superaba la inversión, aportando así beneficio económico para el productor mediante su implementación. En resumidas cuentas, se trató de comprobar si la aplicación de las citadas estrategias para tratar de aumentar el peso del lechón al destete y reducir así la variabilidad de pesos antes de transición resultaba viable en las condiciones de producción de las granjas de reproductoras en España; desde el punto de vista, tanto productivo, como económico.

3.2. Objetivo secundario

Por otro lado, dado que para la realización del estudio se tomaron medidas de espesor de grasa dorsal y espesor de lomo de las cerdas, se fijó como objetivo secundario el análisis del efecto de la condición corporal de la cerda al parto sobre su rendimiento productivo en lactación. Se trató de comprobar si existían diferencias en variables referentes a consumo, producción y movilización de reservas en función de lo engrasada que la cerda llegue al parto; tomando como referencia de nivel de condición corporal el espesor de grasa dorsal. Con ello se pretendió encontrar alguna recomendación para adecuar la pauta de alimentación de la cerda durante la gestación y conseguir así que llegue al parto en el estado óptimo de reservas corporales para rendir al máximo durante la fase de lactación, sin que se vea comprometida su longevidad en la granja.

4. Materiales y métodos

4.1. Explotación

El estudio se realizó en la granja de reproductoras *SAT la Vall*, situada en el término municipal de Soses, provincia de Lleida. La explotación cuenta con cerca de 8.000 cerdas en producción y se haya integrada actualmente con la empresa Vall Companys[®]. Está compuesta por 3 núcleos adyacentes y funciona mediante un sistema de bandas semanales con lotes de aproximadamente 380 animales (Figura 1). El objetivo de la granja es producir lechones con un peso al destete aproximado de 6 kg. (5,82 kg en la prueba) tras una lactación que dura, de promedio, 22 días. Dichos lechones son transportados a otras explotaciones integradas con la citada empresa para continuar con sus fases de transición y cebo.



Figura 1. Vista aérea de la explotación de cerdas reproductoras donde se desarrolló el estudio, SAT la Vall, situada en el término municipal de Soses (Lleida) e integrada con la empresa Vall Companys.

Se utilizaron para el estudio un total de 191 cerdas híbridas F1 Landrace x Large-White, inseminadas con Pietrain; y sus respectivos lechones (2.361). Dichos animales procedieron de 4 bandas productivas con una separación entre ambas de 3 semanas. Estos fueron albergados en dos naves adyacentes, con 19 salas de parto de 12 plazas cada una de ellas; separadas longitudinalmente por su punto medio, donde se habilitó un espacio para el pesaje de las cerdas durante la prueba. Cada plaza de paridera cuenta con suelo emparrillado y camisa de parto para alojar a la cerda durante toda la fase de lactación. El sistema de alimentación es automático e individualizado para cada plaza, compuesto por un dosificador *Dosimatic*[®] de la empresa Rotecna[®] (Rotecna, Agramunt, Lleida, España) y un dispositivo *DosiBall*[®] de Erra (Erra, Vic, Barcelona, España), que

descargan el pienso sobre una tolva de acero inoxidable con nivel de agua constante mediante regulación por válvula VR-H de la misma empresa. Dentro de la plaza existe un punto de agua adicional para los lechones. En cada una de las 4 réplicas, en las que se fueron alternando ambas naves de lactación, se utilizaron los dos salas contiguas a cada uno de los dos lados del centro de éstas (salas 9, 10, 11 y 12); constituyendo un total de 48 animales por bloque experimental. En todas las salas de parto se ubicaron cerdas de diferente ciclo productivo siguiendo siempre el mismo esquema: 4 cerdas de 1^{er} parto; 6 cerdas entre 2^o y 5^o parto, con representación de una pareja de animales por cada uno de los ciclos presentes; y 2 cerdas de más de 5 partos.

Tras la selección de las cerdas candidatas a formar parte de la prueba en los lotes de gestación, éstas fueron introducidas en las salas de parto previo lavado y desinfección de las mismas, ocupando las diferentes plazas de cada sala de forma aleatoria. Una vez aquí se fueron desencadenando los partos de forma natural, ya que por norma general no se sincronizó ninguno mediante el uso de hormonas durante la prueba. A las 24 horas tras el parto, los cuales fueron atendidos de la misma manera que el resto de partos de la explotación; se procedió a realizar las cesiones/adopciones de lechones para tratar de dejar todas las camadas lo más igualadas posible, tanto en número de lechones como en tamaño de los mismos. Todas las camadas fueron procesadas en torno al 5^o día de vida mediante el carro de paridera Arvet (Arvet veterinaria, Lleida, España). Durante dicho procesado se cortaron las colas a los lechones y se les administró Cocciklass® 50mg/ml (Mevet, Lleida, España); Naxcel® 100mg/ml (Zoetis, Alcobendas, Madrid, España); y Gleptafer® 200 mg/ml (Syva, León, España).

Entre los días 10 y 15 de vida de los lechones, siguiendo la misma rutina habitual de la explotación, se les ofreció en plato pienso pre-starter Lacto-Vall Uni *ad libitum* hasta el destete.

La fase experimental del estudio tuvo lugar entre los meses de febrero y mayo, durante los cuales, las temperaturas en el interior de las salas de parto para cada réplica fueron las que se observan en la tabla 1. La calefacción de las salas se realiza mediante calderas de biomasa, contando cada una de las parideras con placa térmica y nido, el cual se colocó tras la entrada de la cerda en la sala y fue retirado a la semana de vida de los lechones, aproximadamente. Respecto a la ventilación, es forzada con entrada de aire a la sala a través de un pasillo lateral y extracción del mismo en el extremo opuesto mediante chimenea dotada de ventilador eléctrico.

Tabla 1. Resumen de temperaturas medias, máximas y mínimas en el interior de las salas de partos para cada una de las réplicas durante el periodo de lactación.

RÉPLICA	SALA	SEMANA 1			SEMANA 2			SEMANA 3		
		Tª Prom.	Tª Máx.	Tª Mín.	Tª Prom.	Tª Máx.	Tª Mín.	Tª Prom.	Tª Máx.	Tª Mín.
0	9	22	26,2	20,7	21,9	24,5	20,7	21,5	22,8	20,7
0	10	22,3	26,3	21,2	22,1	24,4	21,4	21,7	22,7	21,1
0	11	22,2	25,6	21,1	22,1	24,5	21,5	21,6	22,5	21
0	12	21,6	25,5	20,5	21,5	24,5	20,4	20,8	22,2	20,1
1	9	21,1	23,6	19,7	22	25,5	20,5	22,8	28,2	20,9
1	10	23,2	28,4	20,4	-	-	-	-	-	-
1	11	21,1	24,2	19,8	21,9	25,6	20,4	22,8	28,3	20,8
1	12	21,5	24,2	20,1	22,3	25,7	20,8	22,8	28,2	21
2	9	22	25,7	20,2	23	28,3	21,1	22,2	26,8	20,7
2	10	22,2	25,8	20,8	23,3	28,5	21,2	22,4	27,1	21,3
2	11	21,9	25,3	20,6	23	28	21,2	22,1	26,7	21
2	12	21,5	25,3	20	22,7	28,3	20,5	21,8	27,1	20,3
3	9	21,5	25,5	20,3	22,7	27,6	20,9	23,1	25,9	20,7
3	10	22,3	26,7	20,7	23,7	28,2	21,7	24,1	27,8	22,3
3	11	-	-	-	-	-	-	23,3	27,5	18,6
3	12	21,6	25,8	20,2	23	27,4	21,2	23,5	26	21,4

“-“ indica fallo en el data logger de recogida de datos durante ese periodo.

4.2. Nivel de alimentación de la cerda

Una de las dos estrategias probadas para tratar de aumentar el peso del lechón al destete y reducir así la variabilidad de pesos de los mismos a la entrada en transición fue la de aportar a las cerdas diferentes niveles de alimentación durante la fase de lactación. Para ello se utilizó un único pienso fabricado por la misma empresa integradora, cuyo nombre comercial es el de CM-43, y los nutrientes utilizados para su fabricación, así como su perfil nutricional, pueden apreciarse en la tabla 2.

Tabla 2. Resumen de ingredientes y perfil nutricional del pienso de lactación CM-43 utilizado.

Ingredientes, %	CM-43	Análisis nutricional	CM-43
Maíz	38,76	Densidad	0,55
Trigo	12,00	Humedad, %	11,63
Cuarta	18,98	S.S.	88,37
Torta de girasol	10,00	Fibra, %	5,91
Harina de soja 46%	12,40	Fibra ácido detergente, %	7,09
Grasa animal <12%	2,30	Fibra neutro detergente, %	16,77
Manteca	2,00	Azúcares, %	3,28
Carbonato cálcico	1,64	Almidón, %	35,39
Fosfato bicálcico	0,43	Grasa, %	7,29
Cloruro sódico	0,50	Proteína bruta, %	16,40
Sulfato L-Lisina 70%	0,42	Lisina, %	0,92
DL-Metionina	0,02	Metionina, %	0,30
L-Treonina	0,05	Metionina + Cisteína, %	0,58
Fitasa	0,01	Treonina, %	0,62
Premix Vitamínico-Mineral	0,50	Triptófano, %	0,20
		Valina, %	0,75
		Arginina, %	1,06
		Histidina, %	0,42
		Isoleucina, %	0,62
		Leucina, %	1,24
		Energía Metabólica, Kcal/kg	3.120
		Energía neta, Kcal/kg	2.414
		Cenizas, %	5,45
		Calcio, %	0,83
		Cloro, %	0,35
		Fósforo, %	0,58
		Potasio, %	0,80
		Sodio, %	0,20

Las diferencias entre las dos curvas implementadas, con las que se quería analizar el potencial voluntario de ingesta y el grado de cobertura de las necesidades nutricionales de la cerda, residieron fundamentalmente en el número de raciones diarias que se suministró a cada animal. En cada réplica, las dos salas de un lado fueron alimentadas mediante una curva de dos tomas o raciones diarias, 2T; mientras que para las dos salas del lado opuesto se siguió una curva de 3 raciones o tomas diarias, 3T. Este orden se alternó en la siguiente repetición de cada una de las naves.

La cantidad de pienso suministrada a las cerdas se determinó en granja mediante la posición de los dosificadores. Todos ellos se calibraron mediante una regla en referencia a un dosificador adicional instalado en el centro de ambas naves. Cada vez que se rellenó el silo exterior que alimenta a la nave se tomaron los pesos de cada una de las posiciones

del dosificador central calibrado. De esta manera, se pudo transformar posteriormente la posición del dosificador de cada animal con la cantidad de pienso administrado; teniendo siempre en cuenta así las posibles variaciones de densidad entre los diferentes lotes de pienso utilizados.

Curva de alimentación 2T.

Durante toda la fase de lactación se les aportó a las cerdas alimentadas mediante esta curva dos suministros de pienso diarios; el primero en torno a las 7 de la mañana, y el segundo, a las 13 horas. Antes de descargar el contenido del dosificador sobre el dispositivo *DosiBall*® los operarios de la granja comprobaron la existencia de un nivel de agua constante en todos los comederos, procediendo a retirar restos de pienso no ingerido de la ración anterior para garantizar dicha presencia de agua. En caso de retirada de pienso sobrante, se anotó en la ficha de alimentación de cada cerda una estimación de la cantidad desechada para tenerla en cuenta posteriormente en el cálculo del consumo diario.

Las cerdas alimentadas en base a esta curva recibieron dos raciones diarias de aproximadamente 1,25 kg cada una (posición 2 del dosificador) durante los 2 días posteriores al parto. A partir del día 2 post-parto se comenzó a aumentar progresivamente la ración diaria mediante el incremento gradual a razón de un punto de dosificador diario (siempre y cuando la cerda se hubiera terminado la ración anterior), hasta llegar a la capacidad máxima del mismo, correspondiente a aproximadamente 4 kg por ración u 8 kg diarios (posición 9,5 del dosificador)(Figura 2). Mediante esta pauta de alimentación, la capacidad de ingesta teórica de la cerda promedio en lactación fue de 6,9 kg/día. En la práctica, a la hora de comprobar los sobrantes de pienso, si una cerda no se había terminado la ración, se cerraba su dosificador para no suministrarle la siguiente; abriéndolo de nuevo cuando hubiera ingerido todo el pienso.

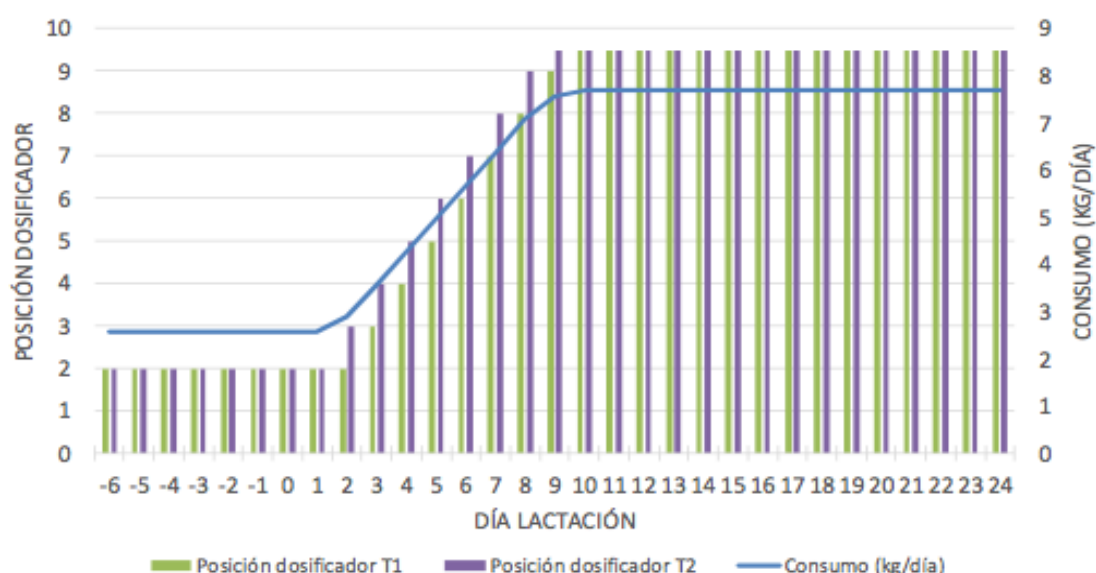


Figura 2. Curva de alimentación para las cerdas alimentadas en lactación mediante dos tomas o raciones diarias, 2T.

Esta propuesta de consumos se basó en las recomendaciones de las normas FEDNA en cuanto a necesidades energéticas para ganado porcino en lactación (FEDNA, 2013. Anexo 1). Para ello se tuvo en cuenta:

- Gastos de mantenimiento:
 $112 \text{ kcal EM/kg PV}^{0,75} \text{ y día}$
- Gastos producción de leche:
 $6,83 \text{ kcal EM} \times \text{GMD lechón} \times n^{\circ} \text{ lechones} - 125 \times n^{\circ} \text{ lechones}$
- Movilización de reservas:
 $-3275 \text{ kcal EM/día}$

Curva de alimentación 3T.

Con esta pauta de alimentación las cerdas fueron alimentadas mediante 2 tomas diarias de la misma manera que en la curva 2T, hasta aproximadamente el día 10 tras el parto; anotando también los deshechos de pienso sobrante si los hubiera entre una ración y la siguiente. A partir del día 10 post-parto se comenzó a suministrar 3 raciones diarias: la primera a las 6:30, la segunda a las 9:30 y la última a las 13:30. Entre las dos primeras raciones, dada la corta separación de tiempo entre ambas, no se pasó a comprobar si existía pienso sobrante antes de aportar la siguiente ración; cosa que sí se realizó antes de cargar los dosificadores de la última toma del día.

En el primer periodo de la curva (parto- día 10 de lactación) se estableció una diferencia entre cerdas multíparas y primíparas. A todos los animales se les administró un nivel de alimentación de 2,5 kg diarios (2 tomas al día en posición 2 de dosificador) durante los 2 primeros días de lactación. En el caso de las multíparas, a partir de la segunda dosis del día 2 post-parto se liberó el dosificador al máximo (posición 9,5), suministrando así en torno a 8kg diarios hasta el día 10 aproximadamente, cuando se produjo el cambio a las 3 raciones (Figura 3). Sin embargo, para que la estrategia no resultase tan agresiva y no condujera a un descenso del consumo, para las primíparas se estableció un incremento gradual a razón de un punto de dosificador diario (siempre y cuando la cerda se hubiera terminado la ración anterior) hasta el día 6 post-parto, momento en el que se liberó el dosificador al máximo hasta el cambio a 3 raciones (Figura 4).

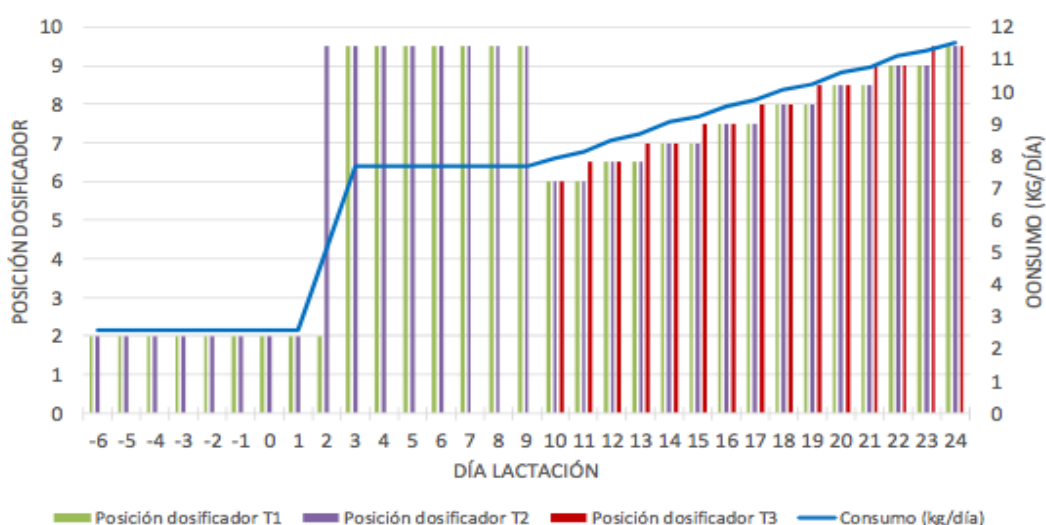


Figura 3. Curva de alimentación para las cerdas multíparas alimentadas en lactación mediante tres tomas o raciones diarias, 3T.

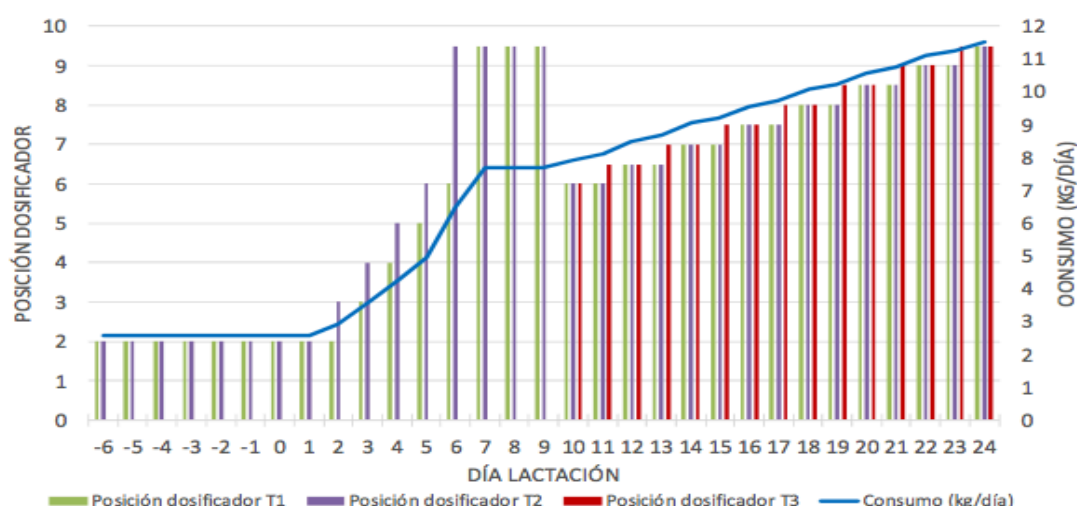


Figura 4. Curva de alimentación para las cerdas primíparas alimentadas en lactación mediante tres tomas o raciones diarias, 3T.

Para el tramo de 3 raciones diarias no se establecieron diferencias entre cerdas multíparas y primíparas. En el cambio a 3 tomas se buscó la equivalencia entre 2 y 3 raciones para el consumo que cada cerda estaba teniendo en el momento de la transición; siendo ésta la nueva posición que se estableció en el dosificador. A partir de aquí se fue incrementando la ración a razón de medio punto de dosificador cada 5 tomas consecutivas ingeridas íntegramente (Figuras 3 y 4).

Mediante esta pauta de alimentación, la capacidad de ingesta teórica de la cerda promedio en lactación fue de 8,9 kg/día para las multíparas, y 8,3 kg/día para las primíparas. En la práctica, a la hora de comprobar los sobrantes de pienso, si una cerda no se había terminado la ración, se cerraba su dosificador para no suministrarle la siguiente; abriéndolo de nuevo cuando hubiera ingerido todo el pienso.

4.3. Suplemento al lechón

La segunda estrategia probada fue la de suplementar los lechones con *Tonistry Px*® (Tonistry International Limited, USA). Este producto se define como una bebida isotónica de proteínas con una fórmula altamente apetente, que contiene proteínas y aminoácidos claves para nutrir las células intestinales y ayudarles a realizar mejor su función de absorción de nutrientes. Se trata de un producto sólido compuesto a base de dextrosa, cloruro sódico, cloruro potásico, proteína de suero y fosfato sódico; además de saborizantes, conservantes y estabilizantes. Su perfil analítico es: 17,4% proteína; 0,7% aceites y grasas; 19,1% cenizas; <0,1% fibra; 0,557% lisina; 0,083% metionina; y 5,2% sodio (Figura 5). Según el fabricante, esta bebida proporciona al lechón la hidratación temprana y los nutrientes necesarios para que pueda empezar a crecer desde los primeros días de vida. Ayuda también a la salud intestinal, a las transiciones de alimentación e incluso durante periodos de estrés del animal. Disminuye el pH intestinal y contribuye con la función metabólica de las células intestinales.

Este suplemento se probó en los lechones procedentes de la mitad de las 191 cerdas con las que contó el experimento; mientras que los procedentes de la otra mitad de animales fueron sometidos a un control negativo. Siguiendo la recomendación del fabricante se comenzó a administrar *Tonistry Px*® al grupo de lechones “suplemento” a partir del segundo día de vida y durante 7 días consecutivos. La administración se realizó mediante la disolución del producto en agua en una proporción del 3,1%, y la aplicación de dicha solución en plato a razón de 0,5 l de solución por camada y día; independientemente del tamaño de la misma, según las recomendaciones del fabricante.

El protocolo de administración del producto se basó en la preparación diaria de la cantidad de solución necesaria en función del número de camadas que precisasen suministro del mismo. Se anotaron, tanto los pesos de solución aportada a cada camada cada día, como los pesos del posible excedente del aporte del día anterior. Antes del suministro de la nueva cantidad de producto se procedió a la limpieza del plato con agua y sacado del mismo con papel para evitar que posibles restos de suciedad pudieran interferir en la alta palatabilidad del suplemento.

4.4. Diseño del experimento

Tal y como se ha comentado, se utilizaron 191 cerdas híbridas F1 Landrace x Large-White, inseminadas con Pietrain; y sus respectivos 2.361 lechones. El experimento se dividió en 4 réplicas, dos en cada una de las naves de lactación, utilizadas de forma alterna. Las salas de parideras utilizadas para todas las repeticiones fueron siempre las mismas, las dos adyacentes a cada uno de los lados del centro de las naves (figura 6). Se utilizaron cerdas de distinto ciclo productivo seleccionadas aleatoriamente en los lotes de gestación alrededor de 10 días antes de la fecha prevista de parto. En cada sala siempre se colocó la misma proporción de cerdas de cada uno de los ciclos: 33% de 1^{er} parto; 50% entre 2^º y 5^º parto; y 17% de más de 5 partos. La ubicación de las cerdas, tanto en cada una de las salas como en cada una de las plazas de cada sala se realizó de forma aleatoria.

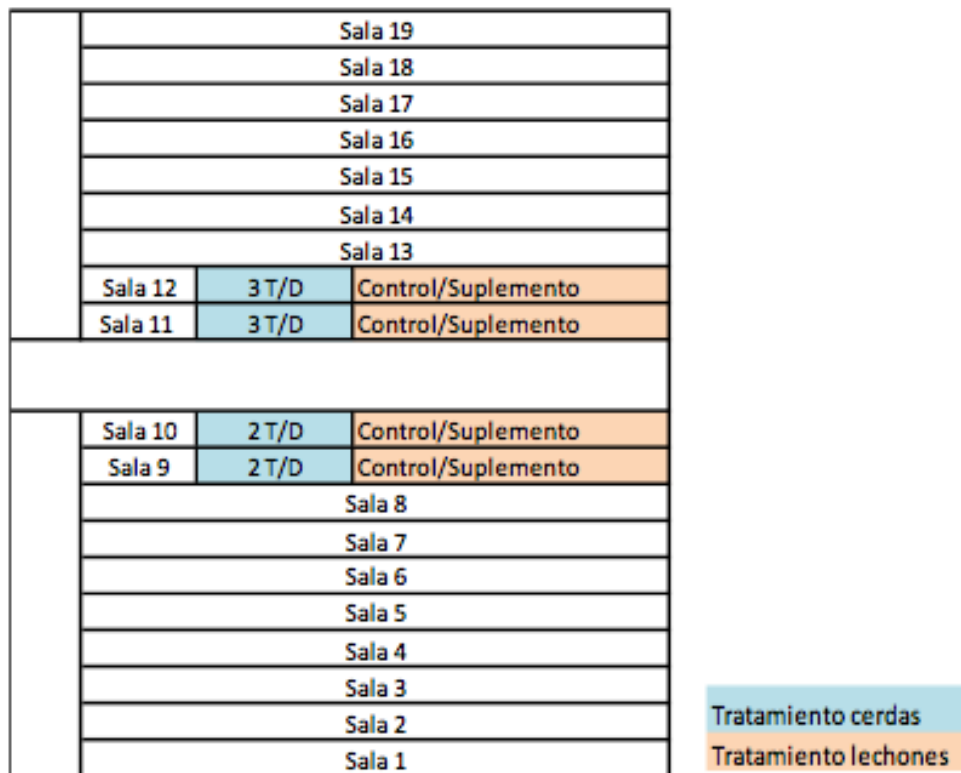


Figura 6. Esquema del diseño experimental en cada una de las naves de lactación para los tratamientos de la cerda y de los lechones. El orden del tratamiento de la cerda se alterna en función de la réplica.

Para el efecto del nivel de alimentación de la cerda, la mitad de las cerdas de cada réplica fueron alimentadas en base a la curva de 2 tomas o raciones diarias; mientras que la otra mitad se realizó en base a la curva de 3 tomas. Por motivos de operatividad de la granja ajenos al experimento, se decidió implementar la curva 2T en las dos salas de un lado de la nave, y la curva 3T, en las otras dos del lado opuesto. En la siguiente réplica de cada nave se alternaron las curvas de lado para tratar de evitar un posible efecto sala. En cuanto al efecto de la suplementación de los lechones con *Tonistry Px*®, la mitad de las camadas de cada sala fueron sometidas a un control negativo, mientras que la otra mitad difirieron de los anteriores en el aporte de la solución durante 7 días mediante el protocolo explicado anteriormente. El reparto del tratamiento entre las camadas se realizó mediante aleatorización dirigida para cada una de las salas, dentro de las cuales 6 camadas pertenecieron al grupo control y las otras 6, al grupo suplemento. Dentro de cada una de ellas se decidió cuáles de las 12 camadas recibirían suplemento y cuales no en función del peso de los lechones a los 2 días de vida, momento en el cual se realizó el crotalado individual y el pesaje de los mismos. Con esto se buscó la igualdad de pesos de las camadas al inicio del tratamiento para los dos grupos y por ciclo productivo de las cerdas.

Es decir, tal y como se planteó el experimento nos encontramos con 4 grupos de animales a los que se les aplicó diferentes tratamientos:

- Grupo 1: lechones suplementados con *Tonistry Px*® procedentes de cerdas alimentadas durante la lactación en base a la curva 2T.
- Grupo 2: lechones sometidos a control negativo procedentes de cerdas alimentadas durante la lactación en base a la curva 2T.
- Grupo 3: lechones suplementados con *Tonistry Px*® procedentes de cerdas alimentadas durante la lactación en base a la curva 3T.
- Grupo 4: lechones sometidos a control negativo procedentes de cerdas alimentadas durante la lactación en base a la curva 3T.

4.5. Variables de control

Durante la fase experimental en granja, se cuantificaron una serie de parámetros o variables, fundamentalmente referentes a la productividad de las cerdas y los lechones, aunque también alguno relacionado con las condiciones ambientales de las naves durante el transcurso de la prueba. A continuación se detallan todas ellas, indicando los periodos en que fueron medidas, así como los aparatos o herramientas utilizados para dicho fin.

Temperatura de la sala de partos

Durante todo el periodo en que la cerda estuvo alojada en la sala de maternidad, desde unos días antes del parto hasta el destete, se registró la temperatura ambiental interior de la misma. Para ello se colocó un “data logger” en cada una de las salas utilizadas para la prueba, el cual fue almacenando valores de temperatura por intervalos de 30 minutos durante toda la fase de lactación. El resumen de los datos registrados para cada sala en cada una de las 4 réplicas ya ha sido comentado anteriormente en la tabla 1.

Consumo de pienso individual de las cerdas

Para registrar los consumos diarios de pienso de las cerdas se utilizaron unas fichas de alimentación diseñadas para tal fin, en las que se tomaron datos acerca de todas las raciones que recibió cada cerda diariamente desde la entrada en la sala de maternidad hasta el destete. Para ello, una vez cargados los dosificadores se anotó la posición en la que se encontraba cada uno de ellos; siendo esta la cantidad de pienso suministrada a cada animal. Para determinar el consumo total de cada ración, antes de cargar los dosificadores con la siguiente, se pasó a comprobar si alguna cerda no se había terminado todo el pienso suministrado; en cuyo caso se anotó en la misma ficha de alimentación una estimación de la cantidad de pienso que el animal no había ingerido y que fue retirada del comedero. Finalmente, para determinar los kg de pienso consumidos diariamente por cada una de las cerdas de la prueba se pesaron todas las posiciones de un dosificador calibrado, instalado en el centro de cada nave e idéntico a los de las salas, para cada cambio de lote de pienso (Figura 7).



Figura 7. Detalle del pesaje de todas las posiciones del dosificador calibrado instalado en el centro de cada nave de lactación, para cada cambio de lote de pienso.

Consumo Tonisity Px®

Durante los 7 días de duración del tratamiento de los lechones se registró la cantidad de producto consumido diariamente por cada camada. Para ello se pesó la dosis suministrada en plato, así como el sobrante, en caso de que lo hubiera, al día siguiente. Se procuró realizar el aporte de la solución isotónica a la misma hora cada día para tratar de garantizar siempre el mismo periodo de consumo diario de 24 horas. Para el pesaje de las cantidades suministradas y los sobrantes se utilizó la báscula Baxtran BR 15, modelo TZ15P (Baxtran, Vilamalla, España), con un peso máximo de 15 kg y una resolución de 1 g.

Consumo lacto-iniciador

A partir del día 10 de vida de los lechones aproximadamente, se les proporcionó en plato ad libitum pienso lacto-iniciador “Lacto-Vall Uni” hasta el destete. Para contabilizar el consumo por camada, se utilizó un recipiente de 90 g de pienso y se anotaron el número de ellos que fueron aportados a cada camada, en la misma ficha de alimentación de las cerdas. Finalmente, tras el destete se pesaron los sobrantes de pienso para poder determinar así el consumo total por camada durante la lactación. Para determinar los pesos se utilizó la misma báscula que en el caso del suplemento, Baxtran BR 15, modelo TZ15P (Baxtran, Vilamalla, España), con un peso máximo de 15 kg y una resolución de 1 g.

Peso de las cerdas

Antes de la entrada de las cerdas en las salas de parto se registró su peso individual mediante la báscula Veserkal, Patlite, ROHS, Modelo WME-02 AIP 54 (Veserkal, Puig-reig, Barcelona, España), con una resolución de 100g. Dicha báscula se integró en una pasarela de acero inoxidable ubicada en un pasillo formado por dos separadores de plástico, tal y como puede apreciarse en la figura 8. A los dos días tras el parto y, finalmente al destete, se volvieron a pesar las cerdas mediante la citada báscula.



Figura 8. Detalle del pesaje de las cerdas en la báscula integrada en el centro de las naves de lactación

Espesor de grasa dorsal y de lomo de las cerdas

En los tres periodos en los que se registró el peso de las cerdas, también se midió el espesor de grasa dorsal y de lomo mediante ecografía en el punto P2. Para ello se utilizó el ecógrafo de importvet, modelo SF-1 (Import-vet S.A., Centelles, Barcelona, España), el cual emite a una frecuencia de 5 MHz con una profundidad de escaneo entre 40 y 120 mm y una longitud de 45 mm. Dicho ecógrafo está compuesto por la sonda SF-1 que transmite vía Wi-Fi la información a una App instalada en un dispositivo móvil. Para la toma de las medidas se procedió siempre de la misma manera: se localizó la última costilla y se buscó el punto P2 a esa altura y aproximadamente 6 cm a un lado de la columna vertebral del animal.

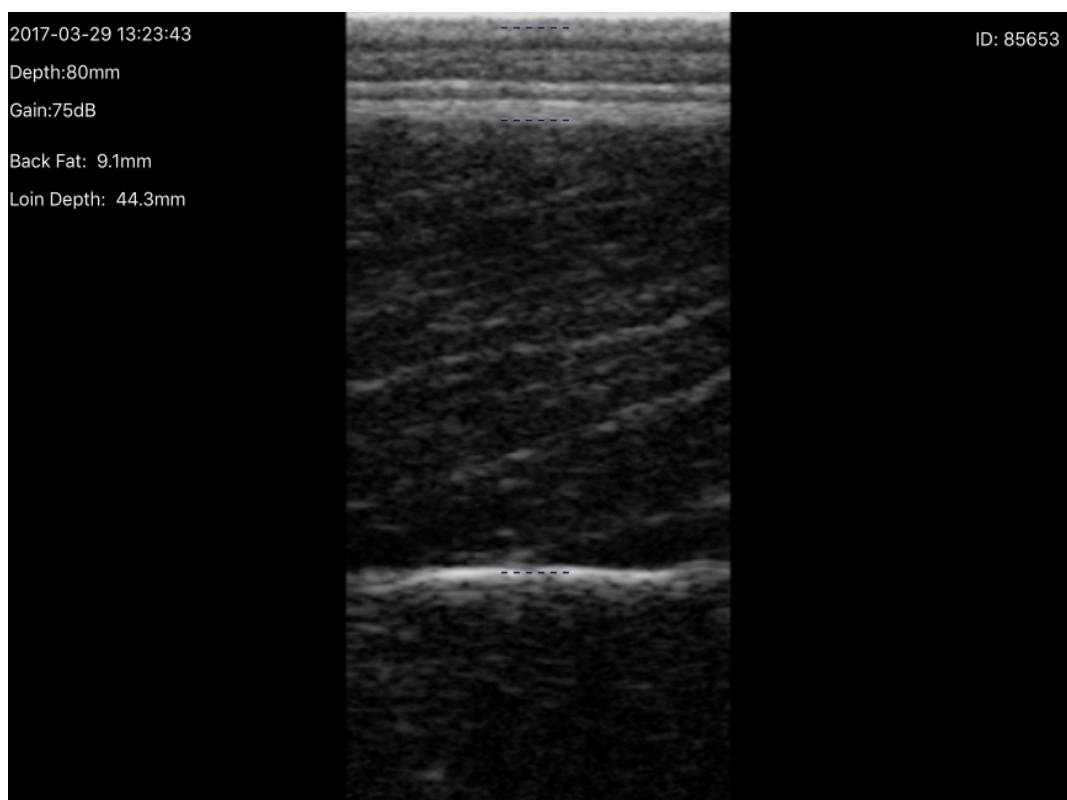


Figura 9. Detalle de una ecografía tomada a una cerda a los 2 días tras el parto donde se aprecia el espesor de grasa dorsal (9,1 mm) y de lomo (44,3 mm).

Mediante ecografía se obtuvo el espesor de grasa dorsal y de lomo de las cerdas expresado en mm (Figura 9). Para el procesado de los datos se calcularon también dichos valores expresados en kg de grasa y de proteína, respectivamente. Para ello se utilizaron las fórmulas de predicción de Dourmad (Dourmad et al., 2008), las cuales predicen el contenido de grasa y proteína, expresado en kg, en función de su peso vivo vacío (PVV) y espesor de grasa dorsal (GD):

$$\text{Grasa (kg)} = -26,4 + 0,221 \text{ PVV} + 1,331 \text{ GD}$$

$$\text{Proteína (kg)} = 2,28 + 0,178 \text{ PVV} - 0,333 \text{ GD}$$

Parto

Se registró la fecha de parto de todas las cerdas, así como el número de lechones nacidos totales, nacidos vivos, nacidos muertos y nacidos momificados. Aunque por norma general se estableció para la prueba la condición de que los partos tendrían lugar de forma natural, si en algún caso puntal fue necesaria la administración de hormonas para sincronizarlo o para ayudar al animal a desencadenarlo, quedó registrado, tanto el producto utilizado, como la dosis y el momento de aplicación.

Peso de los lechones

A los 2 días tras el parto, con las camadas establecidas, se procedió al crotalado individual de los lechones mediante Quick Transponder HDX, para la identificación por radio frecuencia de los mismos. En ese mismo momento se registró el sexo y el peso individual de cada animal mediante la báscula Baxtran BR 30 (Baxtran, Vilamalla,

España), con un rango de medida de 400 g a 60 kg y una resolución de 20 g. Esta báscula, integrada en una plataforma/jaula de acero inoxidable, transmitía los datos individuales de los animales a un software informático en el que se vinculaban con la identificación de cada lechón transmitida al mismo vía Bluetooth® por el lector de transponders por radio frecuencia (Figura 11).



Figura 11. Detalle de la plataforma/jaula utilizada para el pesaje individual de los lechones mediante identificación de los mismos por radio frecuencia.

El pesaje de los lechones, utilizando el mismo equipo de medida se repitió dos veces más a lo largo de la lactación: una a los 9 días de vida, coincidiendo con la finalización del periodo de tratamiento con *Tonistry Px*® durante una semana; y otro, el día anterior al destete. A pesar de que los lechones fueron pesados individualmente, sus datos quedaron vinculados a la cerda de la que procedían. De esta manera, se determinó la homogeneidad de pesos de las camadas en los tres periodos de medida, mediante el uso del coeficiente de variación de los pesos de los animales.

Tamaño de la camada

En los tres momentos de pesaje de los lechones: día 2 de vida, día 9 de vida y destete; se procedió también al conteo de los lechones que formaban cada una de las camadas de la prueba. Los valores de cada periodo fueron contrastados con el número de lechones muertos, para la comprobación de la veracidad de los datos obtenidos. Además, diariamente se realizó el recuento de todas las camadas para corroborar que el número de lechones existentes era el mismo que la diferencia entre los presentes en el momento de pesaje previo y los muertos durante el transcurso de ese tiempo.

Mortalidad

Diariamente, junto con el recuento de los lechones y la comprobación de la incidencia de diarrea por camadas, se procedió al registro de las bajas. Para ello se anotó el día en que se había producido la baja, el número de identificación individual del lechón muerto, la camada a la que pertenecía, el motivo de la baja (distinguiendo entre falta de

viabilidad o aplastamiento), y el peso de la misma. Para la determinación del peso se utilizó la misma báscula que para pesar las cantidades de suplemento suministrado, Baxtran BR 15, modelo TZ15P (Baxtran, Vilamallà, España), con un peso máximo de 15 kg y una resolución de 1 g. El peso de las bajas de cada camada se utilizó posteriormente en el procesamiento de datos para sumarlo al de los lechones destetados y obtener así los kg de camada totales producidos por cada una de las cerdas.

En cuanto a la mortalidad, es importante mencionar que los resultados se expresaron en % de mortalidad entre el día 2 de vida y el destete; sin tener en cuenta aquí los lechones muertos entre el parto y el crotalado de los mismos.

Incidencia de diarrea

Diariamente y camada por camada se determinó la incidencia de diarrea de forma visual. Para valorarla se estableció una escala de 0 a 3 en la que 0 indicaba ausencia de diarrea; 1, pocos lechones afectados dentro de la camada; 2, la mayoría de los lechones afectados; y 3, lechones gravemente afectados con signos evidentes de deshidratación. A la hora de tratar los datos, y para su posterior análisis estadístico, se estableció una escala dicotómica en la que se decidió que valoraciones de 0 y 1 serían consideradas como ausencia de diarrea; mientras que valoraciones de 2 y 3, lo serían como presencia. Cuando se apreció que alguna camada estaba gravemente afectada por diarrea se aplicó un tratamiento a la cerda con Enrovall® vía intramuscular (Mevet, Lleida, España), quedando registro de la fecha de aplicación y dosis utilizada.

4.6. Análisis estadístico

Para evaluar el objetivo primario, los datos se analizaron con el programa estadístico JMP pro 12 (SAS Institute Inc., Cary, NC, EEUU). El consumo de pienso, pesos de cerdas y lechones y movilización de reservas corporales de la cerda en distintos momentos de la lactación e IDC se analizaron con un modelo lineal mixto considerando el nivel de alimentación de la cerda, el suplemento a los lechones, el día de lactación, el ciclo productivo de la cerda y la interacción doble entre ellos como efectos fijos. La cerda se consideró como efecto aleatorio, para tener en cuenta la correlación de medidas repetidas en el tiempo sobre la misma camada.

Para valorar el peso de la camada al nacimiento se consideraron sólo los animales nacidos vivos, configurando un total de 2.361 lechones.

La asociación entre los efectos fijos y la incidencia de diarrea se evaluó mediante el test χ^2 -cuadrado, comprobando su asociación con el test F-Fisher ($\alpha=0,05$) (proc FREQ).

Para analizar el objetivo secundario del efecto de la condición corporal de la cerda al parto sobre su rendimiento productivo en lactación, los datos se analizaron con un modelo lineal simple independiente para cada grupo de cerdas (primíparas y múltiparas), considerando la condición corporal de la cerda al parto (cuartil), el ciclo reproductivo de la cerda y la interacción entre ambos como efectos fijos.

La separación de medias entre tratamientos se realizó con el test de Tukey. El nivel de significación se estableció en $P \leq 0,05$. Las interacciones se comentan en el texto únicamente si alcanzaron la significación estadística ($P < 0,05$). Los resultados se expresan como medias mínimo cuadráticas con su error estándar promedio.

4.7. Análisis económico

Además de tratar de observar diferencias productivas entre los diferentes grupos del diseño experimental, el objetivo del estudio era comprobar si la aplicación de las estrategias para aumentar el peso del lechón al destete poseía viabilidad económica. El análisis económico se realizó para cada una de las dos estrategias por separado, puesto que no se encontró ninguna interacción estadísticamente significativa para ninguna de las variables productivas estudiadas entre los efectos del nivel de alimentación de la cerda y del suplemento a los lechones. Los resultados para cada variable analizada obtenidos del análisis estadístico de la base de datos fueron utilizados para la elaboración de un “Partial Budgeting”, una herramienta económica ampliamente utilizada para analizar cambios en empresas de ámbito agrícola-ganadero.

Esta herramienta permite estimar el beneficio económico de la aplicación de una estrategia, en comparación con la situación actual; ayudando así al empresario en la toma de decisiones sobre la implantación de la misma (Tigner, 2006).

Para ello únicamente se tuvieron en cuenta aquellos parámetros o variables con efecto económico sobre el resultado final que diferían entre la situación habitual y la provocada por la implementación de la estrategia. Todos esos parámetros fueron clasificados dentro de los 4 principios del “Partial Budgeting”: incremento de los ingresos, reducción de los ingresos, incremento de los costes, y reducción de los costes; según el efecto que tenían sobre el resultado económico final. Dicho beneficio final, el cual debe ser positivo para que la implantación de la estrategia tenga viabilidad económica, se halló por diferencia entre los grupos: incremento de ingresos más reducción de costes; y reducción de ingresos más incremento de costes.

Respecto al valor económico de los factores de producción que intervinieron en el análisis, se decidió tomar los valores existentes durante el periodo en que tuvo lugar la fase experimental en granja (febrero-mayo de 2017). Además de ello se realizaron también dos análisis complementarios para dos situaciones antagónicas: un periodo de condiciones económicas de precios altos; y otro periodo de precios bajos (precio del pienso y de la carne).

5. Resultados

5.1. Efecto del nivel de alimentación de la cerda y del suplemento al lechón

En primer lugar se muestran los efectos sobre el rendimiento productivo de las dos estrategias probadas para tratar de aumentar el peso del lechón al destete y con ello contribuir a reducir también la variabilidad de pesos de los mismos a la entrada en transición. Dado que no se encontró ninguna interacción estadísticamente significativa entre ambos efectos, nivel de alimentación de la cerda y suplemento a los lechones; para ninguna de las variables analizadas (tabla 3), se procede a presentar los resultados de cada uno de los efectos por separado.

Nivel de alimentación de la cerda

En estos primeros resultados únicamente se presentan las diferencias entre todo el conjunto de cerdas alimentadas durante la lactación en base a la curva 2T, y las alimentadas en base a la curva 3T. Dentro de cada uno de estos dos grupos se encuentran cerdas de distinto ciclo productivo, en la misma proporción. Es importante destacar que no se apreciaron diferencias significativas entre ambos grupos en cuanto a las condiciones iniciales más representativas como puede ser el peso de la cerda, su espesor de grasa dorsal, el peso promedio del lechón y/o el tamaño de la camada al postparto. La principal diferencia estadísticamente significativa entre ambos grupos fue el consumo medio diario en lactación. Las primeras consumieron diariamente 6,35 kg de promedio; mientras que las sometidas a una curva de alimentación más agresiva, 7,08 kg.

Esta disparidad en el consumo de pienso no provocó diferencias significativas en las variables relacionadas con la producción, si bien es cierto que las diferencias numéricas en éstas estuvieron siempre a favor del grupo de animales alimentados en base a la curva 2T. Estos obtuvieron un peso promedio de lechón mayor, de 5,76 kg frente a 5,66 kg; un coeficiente de variación de pesos al destete inferior, de 20,44% frente a 21,16%; un porcentaje de mortalidad inferior, de 7,87% frente a 8,8%; y una mayor ganancia de camada diaria, de 2,37 kg/día frente a 2,30 kg/día (Tabla 3).

Sin embargo, el menor consumo sí conllevó a una mayor movilización de reservas por parte de las cerdas alimentadas en base a la curva 2T. Respecto a la variación de peso vivo durante la lactación, dichas cerdas perdieron un 2,51% de su peso a la entrada en paridera, mientras que las del otro grupo ganaron un 0,73%. Todos los animales perdieron grasa, aunque las cerdas 2T lo hicieron en mayor cantidad, 2,56 kg frente a 0,14kg; mientras que éstas perdieron proteína, 0,67 kg y las cerdas 3T, ganaron 0,34 kg, de promedio.

Finalmente, en el aspecto más puramente reproductivo, se observaron diferencias significativas en el intervalo destete-1ª cubrición. Las cerdas 2T presentaron un intervalo promedio de 4,41 días, frente a los 4,03 días de las cerdas 3T.



Tabla 3. Efecto del nivel de alimentación de la cerda y del suplemento al lechón sobre el rendimiento productivo de los animales.

Parámetros productivos	Tratamiento cerdas		Tratamiento lechones		EE	Significación		
	2T	3T	Control	Suplemento		TC	TL	TC x TL
Número de cerdas	96	95	96	95				
Consumo medio diario en lactación, kg/día	6,35 ^b	7,08 ^a	6,71	6,72	0,071	<0,0001	0,871	0,326
Tamaño de la camada al destete, lechones/camada	11,22	11,14	11,33	11,03	0,145	0,683	0,148	0,595
Peso promedio camada al destete, kg/camada	64,7	62,92	65,29	62,33	1,415	0,375	0,142	0,079
Peso promedio lechón al destete, kg/lechón	5,76	5,66	5,79	5,63	0,093	0,339	0,351	0,081
CV peso lechón al destete, %	20,44	21,16	19,46 ^b	22,13 ^a	0,715	0,475	0,0089	0,556
GMD, g lechón/día	211,39	206,07	212,75	204,79	4,063	0,357	0,164	0,054
GCM, kg camada/día	2,37	2,3	2,41	2,26	0,057	0,421	0,073	0,059
Mortalidad lactación, %	7,87	8,8	7,29	9,38	1,135	0,566	0,197	0,671
Duración lactación, días	22,59	22,68	22,53	22,74	0,09	0,521	0,107	0,847
ID1 ^a C, días	4,41 ^a	4,03 ^b	4,15	4,3	0,096	0,0063	0,259	0,361
Variación de peso de la cerda en lactación, %	-2,51 ^b	0,73 ^a	-1,49	-0,29	0,473	<0,0001	0,073	0,282
Variación EGD en lactación, mm	-0,99 ^b	-0,33 ^a	-0,68	-0,64	0,193	0,018	0,87	0,444
Variación predicción grasa en lactación, kg	-2,56 ^b	-0,5 ^a	-1,71	-0,99	0,416	<0,0001	0,227	0,326
Variación EL en lactación, mm	-0,32	0,5	-0,13	0,31	0,414	0,165	0,459	0,712
Variación predicción proteína en lactación, kg	-0,67 ^b	0,34 ^a	-0,41 ^b	0,09 ^a	0,138	<0,0001	0,012	0,357

Distinta letra en la misma fila indica diferencias significativas (P<0,05)

Suplemento al lechón

Estos resultados comparan todo el conjunto de lechones suplementados frente al resto, los cuales fueron sometidos a un control negativo. Dentro de cada grupo de animales están los procedentes de cerdas alimentadas en base a la curva 2T y los de cerdas alimentadas en base a la curva 3T; aproximadamente en la misma proporción. Es importante destacar que no se apreciaron diferencias significativas entre ambos grupos en cuanto a las condiciones iniciales más representativas como puede ser el peso promedio del lechón, el coeficiente de variación de pesos de los lechones y/o el tamaño de la camada al postparto.

Atendiendo en primer lugar al efecto del suplemento al lechón sobre la cerda, no se apreciaron diferencias significativas en consumo ni en movilización de reservas, independientemente de si los lechones de esa cerda habían sido suplementados o sometidos a un control negativo. Sin embargo, aunque en la mayoría de las variables únicamente fueron diferencias numéricas, todas las relacionadas con la productividad de la camada estuvieron en contra del tratamiento de los lechones. Las camadas del grupo control tuvieron un mayor peso al destete, 65,29 kg frente a 62,33 kg; un menor coeficiente de variación, 19,46% frente a 22,13%, siendo esta diferencia estadísticamente significativa; una mortalidad inferior, 7,29% frente a 9,38%; y una ganancia de camada diaria superior, 2,41 kg/día frente a 2,26 kg/día (Tabla3).

■ Interacción entre los efectos nivel de alimentación de la cerda y día de medida

Al tomarse medidas de las variables analizadas en diferentes momentos a lo largo de la lactación se pudo observar la evolución de las mismas en el tiempo. Según el momento de medida, para ciertas variables no se comportaron de la misma manera las cerdas en función de su nivel de alimentación; siendo estadísticamente significativa la interacción entre los efectos nivel de alimentación de la cerda y día de medida.

Todas las cerdas perdieron peso desde la entrada hasta los 2 días tras el parto, principalmente por el peso propio de los lechones y las placentas. Sin embargo, tal y como hemos visto anteriormente, las cerdas que más consumieron ganaron peso durante la lactación mientras que las otras, perdieron (Figura 12). Algo similar sucedió con el espesor de grasa dorsal y la predicción del contenido de grasa de las cerdas. Todos los animales perdieron grasa durante la lactación, aunque las cerdas alimentadas en base a la curva 3T lo hicieron en menor medida (Figura 13).

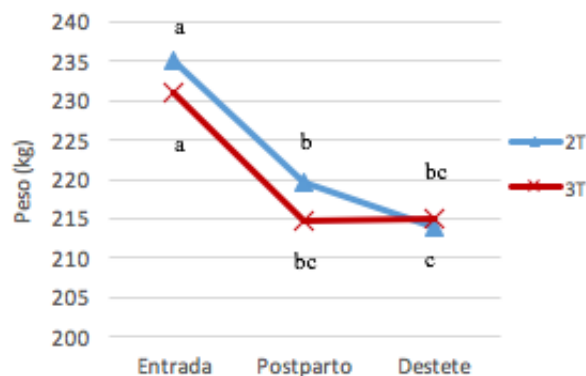


Figura 12. Evolución del peso de la cerda desde la entrada en maternidad hasta el destete, en función del nivel de alimentación de la misma y del día de medida. Letras presentes en gráfica indican interacción estadísticamente significativa entre efectos.

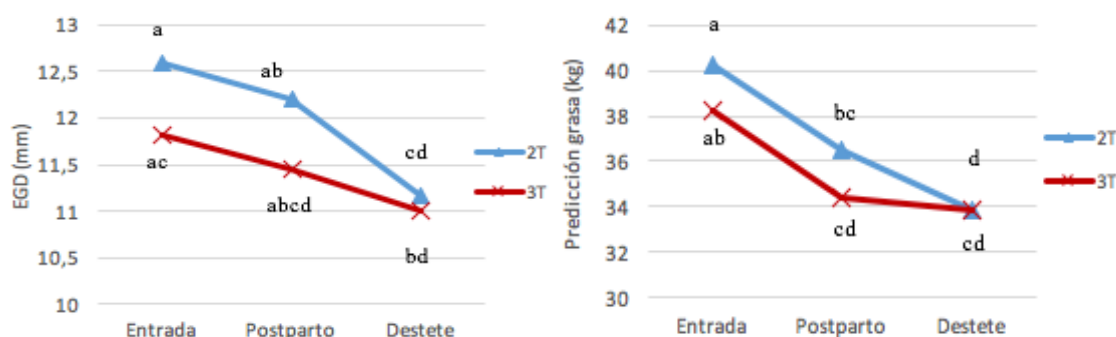


Figura 13. Evolución del espesor de grasa dorsal (a) y de la predicción del contenido de grasa (b) de la cerda durante la lactación, en función del nivel de alimentación de la misma y del día de medida. Letras presentes en gráfica indican interacción estadísticamente significativa entre efectos.

Respecto a las variables relacionadas con la producción, en ningún caso fue estadísticamente significativa la interacción entre efectos, pero sí puede apreciarse en las gráficas una cierta tendencia o evolución de las mismas a lo largo de la lactación.

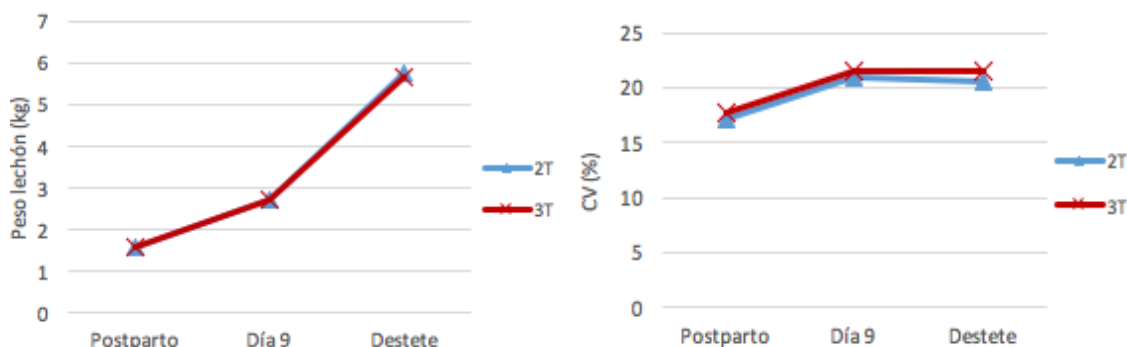


Figura 14. Evolución del peso del lechón (a) y del coeficiente de variación del mismo (b) durante la fase de la lactación, en función del nivel de alimentación de la cerda y del día de medida.

El peso del lechón fue incrementando a lo largo de la lactación hasta alcanzar los 5,76 kg los procedentes de las cerdas alimentadas en base a la curva 2T, y los 5,66 kg los de las cerdas alimentadas en base a la curva 3T. De la misma manera, aunque simplemente

de forma numérica, el coeficiente de variación de pesos de los lechones siempre fue inferior en las cerdas 2T, acentuándose todavía más esta diferencia en el momento del destete (Figura 14).

Todo ello contribuyó a una mayor ganancia de camada diaria por parte de los lechones procedentes de las cerdas 2T (Figura 15). Esta ganancia de camada diaria, como es lógico, también fue incrementando a lo largo de la lactación.

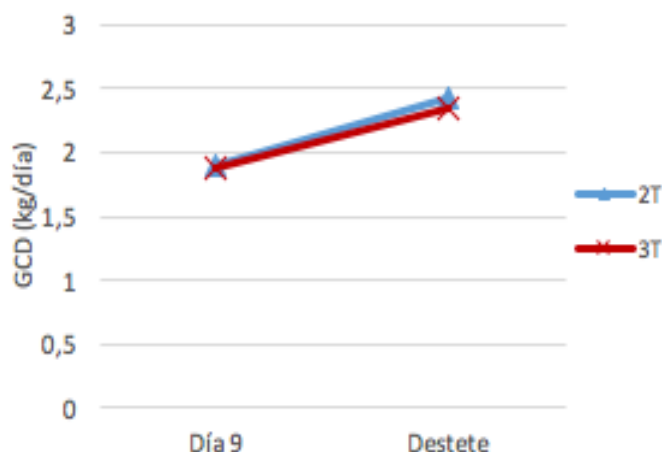


Figura 15. Evolución de la ganancia de camada diaria durante la fase de la lactación, en función del nivel de alimentación de la cerda y del día de medida.

Finalmente, respecto a la mortalidad, se observó una inversión llamativa, aunque no se le dio demasiada importancia por el hecho de no ser estadísticamente significativa la interacción. La mortalidad en los lechones de las cerdas 2T fue inferior a la de los lechones de las cerdas 3T en el primer periodo de vida de los mismos, hasta los 9 días tras el parto (día 7 de tratamiento con suplemento). Sin embargo, en el periodo entre el día 9 de vida y el destete se invirtió esta tendencia (Figura 16).

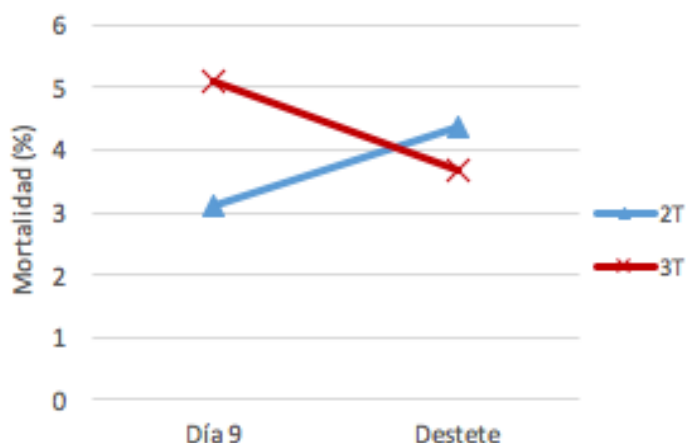


Figura 16. Evolución de la mortalidad de los lechones durante la fase de lactación, en función del nivel de alimentación de la cerda y del día de medida.

- Interacción entre los efectos nivel de alimentación de la cerda y su ciclo productivo

Tabla 4. Interacción entre los efectos nivel de alimentación de la cerda y su ciclo productivo.

Parámetros productivos	Ciclo de la cerda								EE	Significación
	1		2-3		4-5		6 y >6			
	2T	3T	2T	3T	2T	3T	2T	3T		
Número de cerdas	30	30	28	25	22	24	16	16		
Consumo medio diario en lactación, kg/día	5,87 ^{cd}	5,59 ^d	6,41 ^b	7,31 ^a	6,71 ^b	7,52 ^a	6,41 ^{bc}	7,89 ^a	0,141	<0,0001
Tamaño de la camada al destete, lechones/camada	11,66	11,13	11,11	11,55	11,68	11,17	10,44	10,71	0,289	0,179
Peso promedio camada al destete, kg/camada	59,34 ^{bc}	51,84 ^c	59,82 ^{bc}	68,17 ^{ab}	72,56 ^a	66,28 ^{ab}	67,09 ^{ab}	65,37 ^{ab}	2,817	0,012
Peso promedio lechón al destete, kg/lechón	5,03 ^c	4,62 ^c	5,31 ^{bc}	5,9 ^{ab}	6,22 ^a	5,88 ^{ab}	6,44 ^a	6,09 ^{ab}	0,186	0,013
CV peso lechón al destete, %	19,48	21,66	20,14	22,61	21,15	19,98	20,98	20,41	1,422	0,454
GMD, g lechón/día	182,25 ^c	164,23 ^c	185,66 ^{bc}	215,58 ^{ab}	232,67 ^a	216,09 ^{ab}	244,97 ^a	228,36 ^a	8,093	0,003
GCM, kg camada/día	2,15 ^{bc}	1,83 ^c	2,08 ^{bc}	2,46 ^{ab}	2,71 ^a	2,46 ^{ab}	2,52 ^{ab}	2,46 ^{ab}	0,115	0,004
Mortalidad lactación, %	10,08	14,19	11,91	8,27	2,68	7,81	6,84	4,93	2,261	0,124
Valoración diarrea	0,18	0,23	0,18	0,17	0,08	0,1	0,12	0,09	0,039	0,74
Duración lactación, días	22,49	22,23	22,67	22,98	22,65	22,84	22,56	22,64	0,179	0,304
ID1 ^a C, días	4,28	4,29	4,33	4,07	4,32	4,05	4,72	3,73	0,192	0,124
Variación de peso de la cerda en lactación, kg	-5,01 ^{bc}	-4,23 ^{bc}	-2,44 ^{abc}	1,39 ^{ab}	-7,51 ^c	2,1 ^{ab}	-8,63 ^c	6,38 ^a	1,944	0,003
Variación EGD en lactación, mm	-1,86	-1,04	-0,13	-0,44	-1,23	-0,41	-0,73	0,57	0,385	0,199
Variación predicción grasa en lactación, kg	-3,53	-2,28	-0,69	-0,29	-3,23	-0,11	-2,81	2,1	0,828	0,052
Variación EL en lactación, mm	-2,11	-2,13	-0,01	0,51	-0,02	0,11	0,84	3,52	0,835	0,443
Variación predicción proteína en lactación, kg	-0,24 ^{abc}	-0,37 ^{bc}	-0,36 ^{abc}	0,38 ^{ab}	-0,86 ^c	0,49 ^{ab}	-1,23 ^c	0,89 ^a	0,277	0,0009

Distinta letra en la misma fila indica diferencias significativas (P<0,05)

En el apartado anterior únicamente se establecieron diferencias entre animales en función del nivel de alimentación durante la fase de lactación. Dentro de cada uno de los dos grupos se clasificaron cerdas de todos los ciclos productivos presentes en la prueba. Sin embargo, se observó que ciertos animales respondían de manera diferente a la dosis de pienso suministrada, dependiendo de cual fuera su paridad. De hecho, la interacción entre los efectos nivel de alimentación de la cerda y su ciclo productivo resultó estadísticamente significativa para gran parte de las variables analizadas (Tabla 4). El grupo de animales más problemático, o cuya respuesta frente a la dosis de pienso suministrada fue más diferente que la del resto de cerdas fue el de las primíparas.

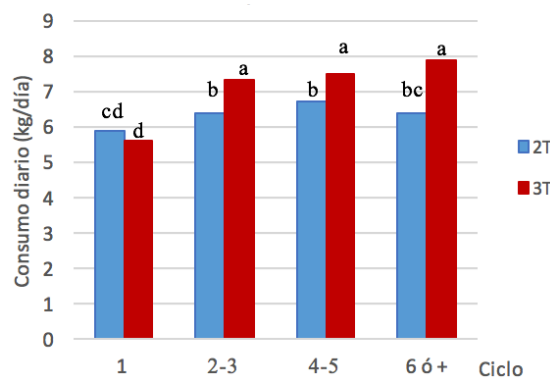


Figura 17. Consumo de pienso medio diario en la fase de lactación según el nivel de alimentación de la cerda, en función de su paridad. Letras presentes en gráfica indican interacción estadísticamente significativa entre efectos.

La primera diferencia en respuesta al nivel de alimentación la encontramos en el consumo medio diario en lactación. Mientras que las cerdas multíparas, independientemente de su ciclo productivo, siempre consumieron más cuando se sometieron a la curva de alimentación más agresiva, 3T; en las primíparas sucedió lo contrario (Figura 17). Las cerdas de primer ciclo alimentadas en base a la curva 2T consumieron 5,87 kg/día de promedio frente a los 5,59 kg/día de las primíparas alimentadas en base a la curva 3T.

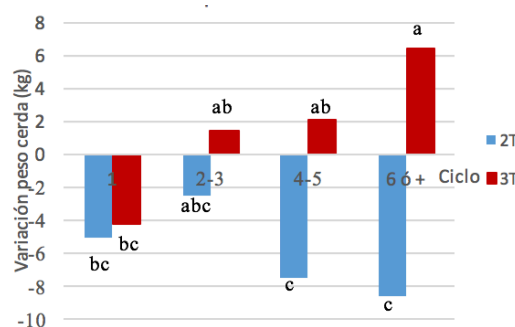


Figura 18. Variación de peso en la fase de lactación según el nivel de alimentación de la cerda, en función de su paridad. Letras presentes en gráfica indican interacción estadísticamente significativa entre efectos.

En lo referente a movilización de reservas, este grupo de cerdas también se comportó de manera diferente a las demás. Todas las cerdas multíparas alimentadas en base a la

curva 3T ganaron peso, mientras que los mismos animales alimentados en base a la curva 2T perdieron; siendo la ganancia o pérdida cada vez mayor conforme aumentaba el ciclo productivo (Figura 18). En cambio, todas las cerdas primíparas perdieron peso durante la lactación, incluso las sometidas a la curva de alimentación más agresiva.

La misma tendencia se apreció en la variación de la predicción del contenido de grasa y de proteína de las cerdas durante la lactación. Todas las cerdas multíparas alimentadas en base a la curva 3T ganaron proteína durante la lactación, mientras que las alimentadas en base a la curva 2T, perdieron; siendo la ganancia o pérdida mayor cuanto más alto era el ciclo productivo de las mismas (Figura 19). Por el contrario, las cerdas primíparas perdieron proteína, independientemente del nivel de alimentación al que fueron sometidas. En el caso de la variación de la predicción del contenido de grasa, todos los animales alimentados mediante 2 raciones diarias perdieron. Las multíparas alimentadas con 3 raciones, casi no perdieron grasa entre los ciclos 2 y 5, e incluso fueron capaces de depositarla a partir del 6º parto (Figura 19). De nuevo las primíparas alimentadas en base a la curva 3T fueron las que más grasa perdieron, en concreto, 2,28 kg de promedio.

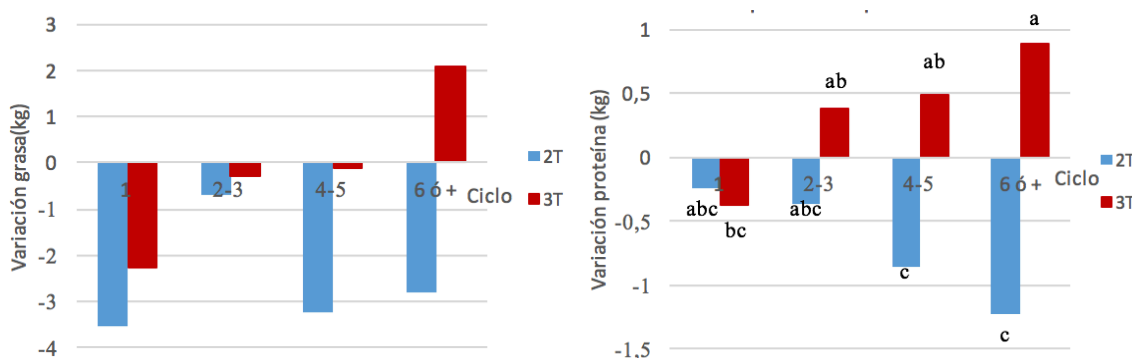


Figura 19. Variación de la predicción del contenido de grasa (a) y proteína (b) en la fase de lactación según el nivel de alimentación de la cerda, en función de su paridad. Letras presentes en gráfica indican interacción estadísticamente significativa entre efectos.

Centrándonos en las variables relacionadas con la producción, concretamente en el peso promedio del lechón y en la ganancia de camada diaria, salvo en los ciclos 2º y 3º, la respuesta de las cerdas fue mejor frente a la curva 2T que a la curva 3T (Figura 20); si bien es cierto que las diferencias entre niveles de alimentación para un mismo ciclo fueron únicamente numéricas.

En el resto de variables, como puede ser el coeficiente de variación de pesos del lechón al destete o en la mortalidad pre-destete no se apreció ninguna interacción significativa entre ambos dos efectos. Sin embargo, se vuelve a apreciar aquí, aunque sólo de forma numérica, que las cerdas jóvenes, y en concreto las primíparas, respondieron de nuevo mejor a la curva 2T que a la 3T (Figura 21). En el caso del coeficiente de variación de pesos, las cerdas de 1º ciclo alimentadas con 2 raciones diarias obtuvieron un 19,48% frente al 21,66% de las primíparas alimentadas con 3 raciones; y respecto a la mortalidad, 10,08% frente a 14,19%, respectivamente (Tabla 4).

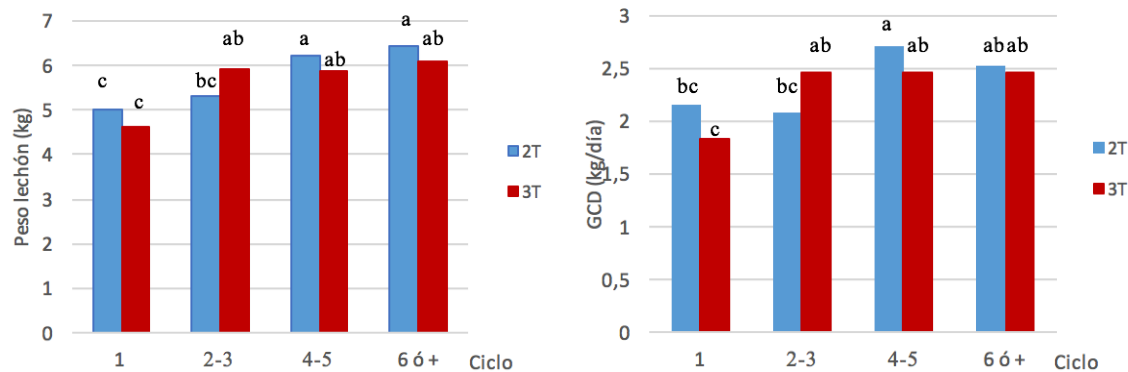


Figura 20. Peso promedio del lechón (a) y ganancia de camada diaria (b) en la fase de lactación según el nivel de alimentación de la cerda, en función de su paridad. Letras presentes en gráfica indican interacción estadísticamente significativa entre efectos.

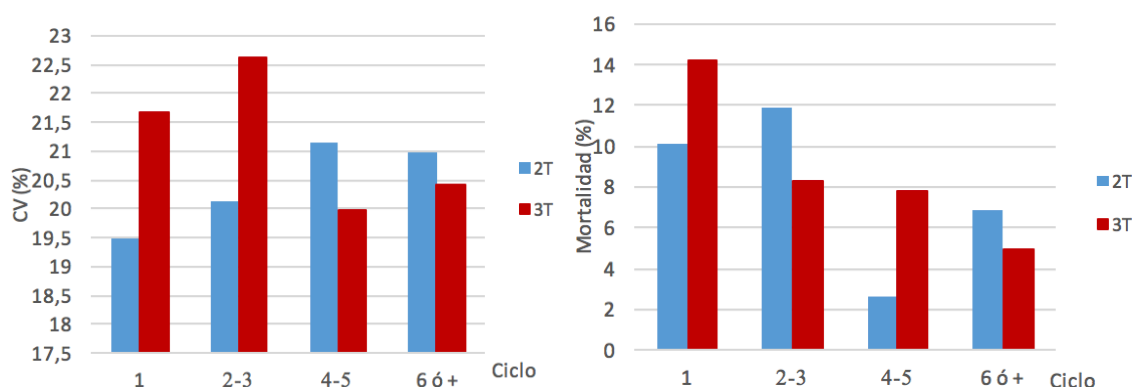


Figura 21. Coeficiente de variación del peso del lechón al destete (a) y mortalidad en la fase de lactación (b) según el nivel de alimentación de la cerda, en función de su paridad. Letras presentes en gráfica indican interacción estadísticamente significativa entre efectos.

■ Interacción entre los efectos suplemento al lechón y día de medida

De la misma manera que en el apartado anterior donde se muestra la interacción entre los efectos nivel de alimentación de la cerda y día de medida, al tomar medidas repetidas de la misma variable en distintos periodos a lo largo de la lactación se puede observar la evolución de la respuesta de los lechones al tratamiento con *Tonistry Px*®.

En primer lugar, analizando el peso promedio del lechón y la ganancia de camada diaria se observó como ambas variables aumentaron a lo largo de la lactación (Figura 22). Aunque las diferencias entre grupos (control y suplemento) sólo fueron numéricas, el grupo de lechones sometidos al control negativo obtuvo mejores resultados productivos: 5,79 kg frente a 5,63 kg de peso promedio de lechón; y 2,46 kg/día frente a 2,31 kg/día de ganancia de camada diaria.

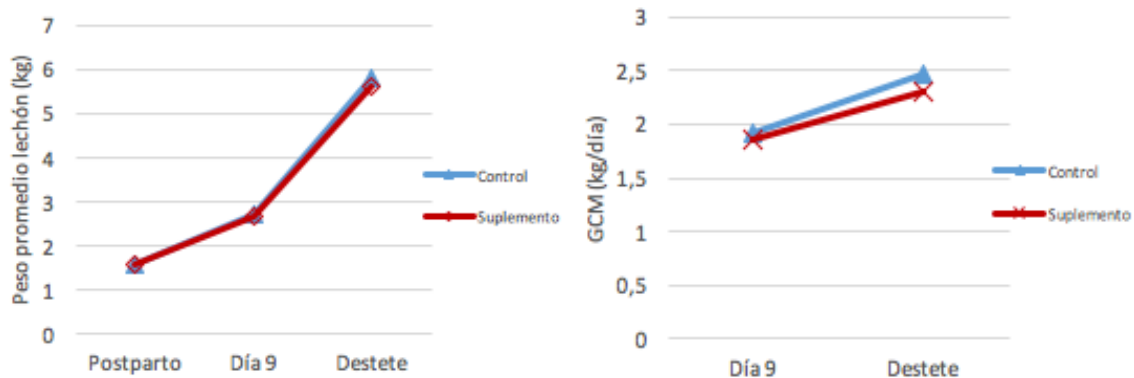


Figura 22. Evolución del peso del lechón (a) y de la ganancia de camada diaria (b) durante la fase de la lactación, en función del suplemento al lechón y del día de medida.

En el caso del coeficiente de variación, CV, del peso de los lechones sí se apreció una interacción estadísticamente significativa entre los efectos suplemento al lechón y día de medida. En la primera fase de lactación, hasta el día 9 de vida, en los dos grupos aumentó el coeficiente de variación de pesos, siendo siempre inferior el del grupo control (Figura 23). Sin embargo, en la segunda fase de la lactación el CV del grupo suplemento continuó incrementando, aunque más moderadamente; mientras que el del grupo control descendió. Fruto de ello fue el menor CV de pesos al destete en el grupo control, 19,59% frente a 22,37% del grupo suplemento; siendo esta diferencia estadísticamente significativa.

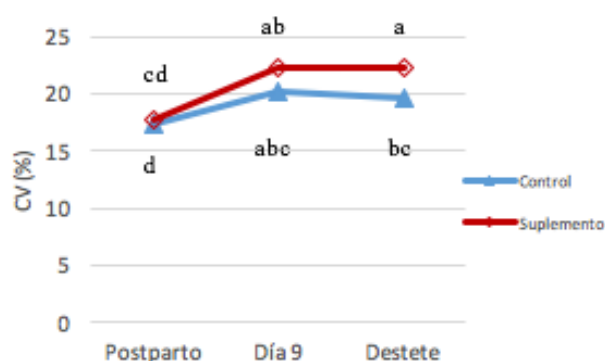


Figura 23. Evolución del coeficiente de variación de pesos del lechón (%) durante la fase de la lactación, en función del suplemento al lechón y del día de medida.

Respecto a la mortalidad pre-destete, se observó una inversión en el tiempo entre ambos grupos. Durante los primeros días de lactación, coincidiendo con el periodo de tratamiento de los lechones con *Tonistry Px*[®], la mortalidad fue mayor en el grupo control que en el suplemento, en concreto, 4,34% frente a 3,89%. En cambio, en el segundo periodo de lactación se invirtió esta tendencia, obteniendo una mortalidad desde el día 9 de vida hasta el destete de 2,77% para el grupo control y de 5,27% para el suplemento (Figura 24). Esto provocó que la mortalidad total pre-destete fuera estadísticamente inferior en el grupo control, 7,11%, que en el suplemento, 9,17%.

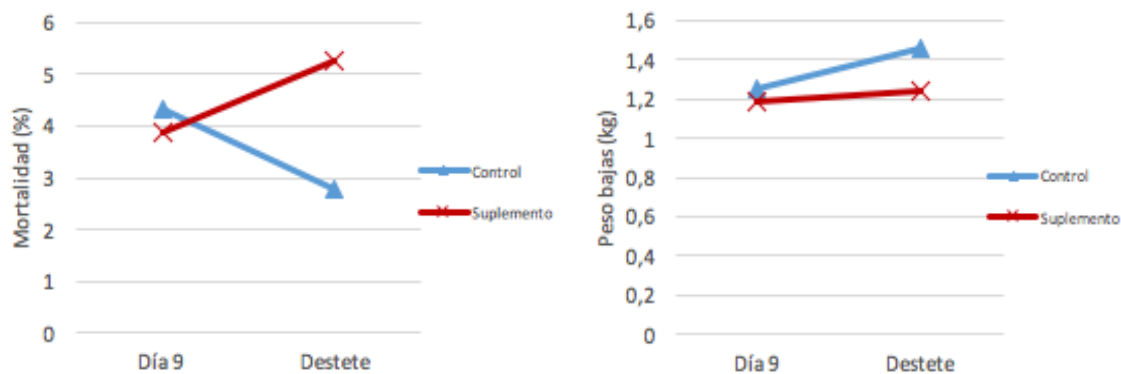


Figura 24. Evolución de la mortalidad (a) y del peso de las bajas (b) durante la fase de la lactación, en función del suplemento al lechón y del día de medida.

Además, en el análisis de las bajas se apreció que en el grupo control el peso de los lechones muertos iba aumentando a lo largo de la lactación; en cambio, en el suplemento prácticamente fue invariable (Figura 24). También se observaron diferencias en la tipología de éstas entre grupos de lechones. Mientras que en el grupo de animales sometidos a control negativo el porcentaje de bajas por falta de viabilidad descendió tras concluir el periodo de tratamiento, pasando de un 76% a un 72%; en el grupo sometido al suplemento se invirtió esta tendencia, pasando de un 69% de bajas por falta de viabilidad durante el tratamiento con *Tonistry Px*[®] a un 83% (Figura 25).

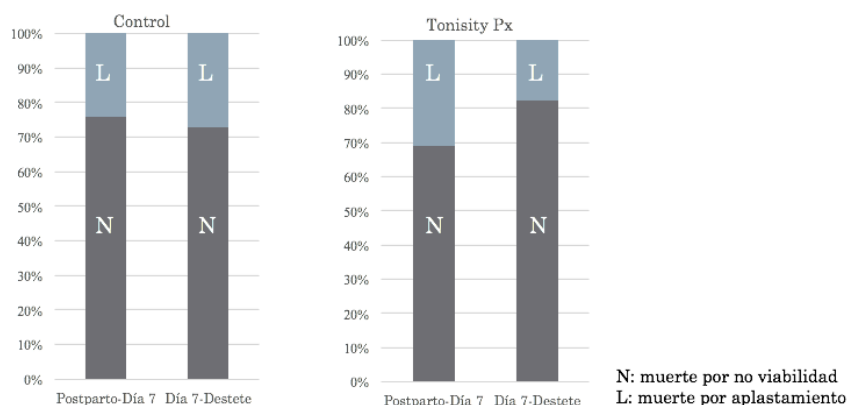


Figura 25. Evolución de la tipología de las bajas a lo largo de la fase de lactación, en función del suplemento al lechón.

5.2. Efecto del ciclo productivo de la cerda

Atendiendo únicamente al efecto del ciclo productivo de la cerda, clasificando dentro de cada parto a cerdas sometidas a diferentes niveles de alimentación, se pudo apreciar de nuevo el gran efecto de la paridad sobre el rendimiento productivo de los animales en lactación. De hecho, para la gran mayoría de las variables analizadas referentes a consumo, producción y movilización de reservas, se observaron diferencias estadísticamente significativas en función del ciclo productivo de la cerda (Tabla 5).

Tabla 5. Efecto del ciclo productivo de la cerda sobre el consumo, la producción y la movilización de reservas de la misma durante la fase de lactación.

Parámetros productivos	Ciclo de la cerda				Error Estándar	Significación
	1	2-3	4-5	6 y >6		
Número de cerdas	60	53	46	32		
Consumo medio diario en lactación, kg/día	5,73 ^b	6,86 ^a	7,12 ^a	7,15 ^a	0,099	<0,0001
Tamaño de la camada al destete, lechones/camada	11,39 ^a	11,33 ^{ab}	11,42 ^a	10,57 ^b	0,205	0,029
Peso promedio camada al destete, kg/camada	55,59 ^b	63,99 ^a	69,42 ^a	66,23 ^a	1,992	<0,0001
Peso promedio lechón al destete, kg/lechón	4,83 ^c	5,6 ^b	6,05 ^{ab}	6,23 ^a	0,131	<0,0001
CV peso lechón al destete, %	20,57	21,38	20,56	20,69	1,006	0,918
GMD, g lechón/día	173,24 ^c	200,62 ^b	224,38 ^a	236,66 ^a	5,721	<0,0001
GCM, kg camada/día	1,99 ^c	2,27 ^b	2,59 ^a	2,49 ^{ab}	0,081	<0,0001
Mortalidad lactación, %	12,14 ^a	10,09 ^{ab}	5,25 ^b	5,88 ^b	1,598	0,004
Duración lactación, días	22,37 ^b	22,83 ^a	22,74 ^{ab}	22,6 ^{ab}	0,127	0,028
ID1 ^a C, días	4,28	4,19	4,18	4,22	0,136	0,943
Variación de peso de la cerda en lactación, %	-2,23	-0,08	-1,09	-0,17	0,669	0,055
Variación EGD en lactación, mm	-1,44 ^b	-0,29 ^a	-0,82 ^{ab}	-0,08 ^a	0,273	0,002
Variación predicción grasa en lactación, kg	-2,9 ^b	-0,49 ^a	-1,67 ^{ab}	-0,35 ^a	0,585	0,004
Variación EL en lactación, mm	-2,12 ^b	0,25 ^a	0,04 ^a	2,19 ^a	0,59	<0,0001
Variación predicción proteína en lactación, kg	-0,31	0,01	-0,19	-0,17	0,196	0,658

Distinta letra en la misma fila indica diferencias significativas (P<0,05)

La primera diferencia se apreció en el consumo medio diario, donde las primíparas ingirieron menor cantidad de pienso que las múltiparas; dentro de las cuales no hubo diferencias significativas entre ciclos. Este menor consumo conllevó también diferencias en la movilización de reservas. Aunque en la variación de peso en % únicamente fueron numéricas, sí aparecieron diferencias significativas entre ciclos productivos en variación de espesor de grasa dorsal y de lomo, así como en variación de predicción de contenido de grasa (Tabla 5). Las cerdas de 1^{er} parto fueron de nuevo las que más cantidad de grasa movilizaron, en comparación con las múltiparas; mientras que estas últimas depositaron músculo al contrario que las primerizas, que fueron las únicas que movilizaron. A pesar de ello no se apreciaron diferencias significativas en cuanto al intervalo destete-1^a cubrición.

Analizando las variables puramente productivas, las cerdas primíparas ofrecieron los peores resultados, tanto en peso promedio del lechón, como en ganancia media diaria y mortalidad pre-destete; seguidas de cerca por las cerdas de 2^a y 3^{er} parto. Las cerdas de más de 3 ciclos fueron las que mejores resultados productivos ofrecieron, si bien es cierto que las más viejas destetaron menor cantidad de lechones, pero de mayor peso promedio; debido a la política de cesiones/adopciones de la granja por la cual se intenta someter a las cerdas jóvenes a una carga de lechones superior. En lo que respecta al coeficiente de variación de pesos al destete no se observó ninguna diferencia entre ciclos.

5.3. Efecto de la réplica

Durante la fase experimental en granja se apreció una mayor incidencia de diarrea en una de las 4 réplicas que hizo pensar en posibles diferencias significativas entre bloques. Posteriormente el análisis estadístico confirmó esta sospecha, observando diferencias significativas entre réplicas en la gran mayoría de las variables analizadas (Tabla 6).

Analizando las 4 réplicas desde el punto de vista productivo se apreció que la 1 y la 2 fueron en las que peores rendimientos habían ofrecido los animales; siendo la 1 la peor de todas. Se observaron índices de mortalidad pre-destete muy superiores al resto, sobre todo en la réplica 1 con un 13,49%; lo que junto con un menor peso promedio de lechón dio lugar a ganancias de camada diarias inferiores (Tabla 6). Del mismo modo que en el análisis del efecto del ciclo productivo de la cerda, tampoco se observaron diferencias en el coeficiente de variación de pesos del lechón al destete entre réplicas. A pesar de que el consumo fue igual en todos los bloques, la menor producción en la réplica 1, seguida de la 2, provocó una movilización de reservas inferior en estas cerdas. Mientras estos animales perdieron de media 0,28 kg de grasa durante la fase de lactación; las cerdas de las otras dos réplicas más productivas sobrepasaron los 2kg de grasa perdida. Algo similar ocurrió con el músculo, las de las réplicas más productivas perdieron, mientras que las otras lograron depositar; aunque esto no tuvo repercusión en el intervalo destete-1^a cubrición.

Tabla 6. Efecto la réplica sobre el consumo, la producción y la movilización de reservas de la cerda durante la fase de lactación.

Parámetros productivos	Bloque o réplica				Error Estándar	Significación
	0	1	2	3		
Número de cerdas	48	48	47	48		
Consumo medio diario en lactación, kg/día	6,85	6,69	6,54	6,78	0,097	0,144
Tamaño de la camada al destete, lechones/camada	11,58 ^a	10,42 ^b	11,05 ^{ab}	11,68 ^a	0,202	<0,0001
Peso promedio camada al destete, kg/camada	67,09 ^{ab}	56,64 ^c	61,50 ^{bc}	69,99 ^a	1,965	<0,0001
Peso promedio lechón al destete, kg/lechón	5,79 ^{ab}	5,39 ^b	5,56 ^{ab}	6,00 ^a	0,129	0,006
CV peso lechón al destete, %	21,35	21,08	21,03	19,74	0,998	0,659
GMD, g lechón/día	214,82 ^{ab}	192,69 ^c	201,37 ^{bc}	226,04 ^a	5,653	0,0002
GCM, kg camada/día	2,49 ^{ab}	1,99 ^c	2,21 ^{bc}	2,65 ^a	0,081	<0,0001
Mortalidad lactación, %	5,76 ^b	13,49 ^a	9,6 ^{ab}	4,51 ^b	1,576	0,0003
Duración lactación, días	22,13 ^b	22,73 ^a	22,75 ^a	22,93 ^a	0,125	<0,0001
ID1 ^a C, días	4,25	4,28	4,13	4,23	0,133	0,876
Variación de peso de la cerda en lactación, kg	-4,66	-1,77	-0,39	-2,15	1,355	0,164
Variación EGD en lactación, mm	-1,4 ^b	-0,067 ^a	-0,13 ^a	-1,17 ^b	0,268	<0,0001
Variación predicción grasa en lactación, kg	-2,85 ^b	-0,29 ^a	-0,26 ^a	-2,02 ^{ab}	0,579	0,002
Variación EL en lactación, mm	-1,5 ^b	1,81 ^a	0,27 ^{ab}	-0,22 ^{ab}	0,583	0,001
Variación predicción proteína en lactación, kg	-0,33	-0,32	-0,02	0,03	0,193	0,401

Distinta letra en la misma fila indica diferencias significativas (P<0,05)

Dado que la peor réplica de las 4, productivamente hablando, coincidió con aquella en la que pareció observarse una incidencia mayor de diarrea en granja; se analizó la interacción entre el efecto del suplemento al lechón y la réplica para tratar de comprobar si el suplemento ejercía algún efecto positivo, principalmente en cuanto a mortalidad se refiere, cuando se daban episodios de afección grave por diarrea. Sin embargo, la interacción entre estos dos efectos no resultó estadísticamente significativa, ni para la mortalidad pre-destete, ni para ninguna otra de las variables analizadas.

5.4. Análisis económico de las estrategias

Dado que no se observó interacción estadísticamente significativa entre los efectos nivel de alimentación de la cerda y suplemento al lechón para ninguna de las variables analizadas se procedió a analizar la viabilidad económica de la implementación de cada una de las estrategias por separado.

Estrategia consistente en aumentar el nivel de alimentación de la cerda en lactación

La aplicación de esta estrategia, lejos de ayudar a incrementar los ingresos por producción de carne provocó una reducción de los mismos, ya que, aunque sólo numéricamente, las cerdas alimentadas en lactación en base a la curva 3T produjeron menos kg de camada.

El único parámetro que tuvo un efecto económico positivo sobre el resultado final de la implementación de esta estrategia fue la reducción del intervalo destete-1ª cubrición, hecho que contribuyó a la reducción de los costes. No obstante, el hecho de que las cerdas alimentadas en base a la curva 3T perdieran menos condición corporal durante la lactación podría contribuir al aumento de la longevidad de las mismas en la granja. A pesar de que esto podría afectar positivamente al resultado económico final, no se consideró debido a la imposibilidad de valorar este parámetro durante el periodo de prueba del presente estudio.

Por el contrario, para la aplicación de la estrategia se incurrió en unos costes extra, debidos principalmente a la mayor cantidad de pienso aportado y al aumento de la mano de obra necesaria para suministrar a las cerdas 3 raciones diarias en lugar de 2 (Tabla 7).

Con todo ello, el resultado económico final de la implementación de esta estrategia fue de **-29,23 €/cerda y año**, es decir, cambiar la pauta de alimentación de las cerdas en lactación de dos raciones diarias a tres conllevó unas pérdidas económicas de casi 30 € por animal al año.

Tabla 7. Resumen de los parámetros con efecto económico sobre el resultado final de la implementación de la estrategia consistente en aumentar el nivel de alimentación de la cerda en lactación, para el escenario de precios actuales.

PARÁMETROS VARIABLES CON LA ESTRATEGIA DE ALIMENTACIÓN	NIVEL DE ALIMENTACIÓN DE LA CERDA		
	2 raciones	3 raciones	3 vs 2
REDUCCIÓN DE INGRESOS	Valor	Valor	
Ingresos por lechones destetados por cerda y parto			
Precio promedio lechón de 6,04 kg de peso vivo, €	26,62	26,62	
Peso promedio camada al destete, kg/camada	64,7	62,92	-1,78
Peso promedio lechón al destete, kg/lechón	5,75	5,62	-0,13
Prima adicional por incremento de peso, €/kg	0	0	0
Número de partos por cerda y año, partos/cerda y año	2,38	2,38	
Total, €/cerda y año	678,66	659,99	-18,67
INGRESOS TOTALES, €/cerda y año	678,66	659,99	-18,67
	2 raciones	3 raciones	
AUMENTO DE COSTES	Valor	Valor	3 vs 2
Costes de alimentación			
Precio pienso lactación CM-43, €/t	241,6	241,6	
Consumo medio diario, kg/cerda y día	6,35	7,08	0,73
Duración de la lactación, días	22,59	22,68	0,09
Número de partos por cerda y año, partos/cerda y año	2,38	2,38	
Total, €/cerda y año	82,48	92,33	9,85
Costes de tratamientos			
Precio tratamiento <i>Enrovall</i> ®, €/cerda tratada	0,57	0,57	
Cerdas tratadas durante la lactación con <i>Enrovall</i> ®, cerdas	32	33	1
Número de partos por cerda y año, partos/cerda y año	2,38	2,38	
Total, €/cerda y año	18,24	18,81	0,57
Costes de mano de obra			
Precio mano de obra, €/h	6,5	6,5	
Mano de obra extra para ración adicional, h/cerda y año	0	0,3	0,3
Total, €/cerda y año	0	1,95	1,95
	2 raciones	3 raciones	
REDUCCIÓN DE COSTES	Valor	Valor	3 vs 2
Costes por días no productivos			
Coste del día no productivo, €/día	2	2	
Intervalo destete 1ª cubrición, días	4,41	4,03	-0,38
Número de partos por cerda y año, partos/cerda y año	2,38	2,38	
Total, €/cerda y año	20,9916	19,1828	-1,8088
COSTES TOTALES, €/cerda y año	121,71	132,27	10,56
BENEFICIO ANUAL 3R VS 2R, €/cerda y año			-29,23

Tabla 8. Resumen del resultado económico de la implementación de la estrategia consistente en aumentar el nivel de alimentación de la cerda en lactación, para las situaciones de nivel de precios altos y bajos.

ESCENARIO PRECIOS ALTOS			
PARÁMETROS VARIABLES CON LA ESTRATEGIA DE ALIMENTACIÓN	NIVEL DE ALIMENTACIÓN DE LA CERDA		
	2 raciones	3 raciones	3 vs 2
REDUCCIÓN DE INGRESOS	Valor	Valor	
INGRESOS TOTALES, €/cerda y año	764,83	743,79	-21,04
AUMENTO Y REDUCCIÓN DE COSTES	Valor	Valor	3 vs 2
COSTES TOTALES, €/cerda y año	151,89	166,06	14,16
BENEFICIO ANUAL 3R VS 2R, €/cerda y año			-35,21
ESCENARIO PRECIOS BAJOS			
PARÁMETROS VARIABLES CON LA ESTRATEGIA DE ALIMENTACIÓN	NIVEL DE ALIMENTACIÓN DE LA CERDA		
	2 raciones	3 raciones	3 vs 2
REDUCCIÓN DE INGRESOS	Valor	Valor	
INGRESOS TOTALES, €/cerda y año	611,86	595,03	-16,83
AUMENTO Y REDUCCIÓN DE COSTES	Valor	Valor	3 vs 2
COSTES TOTALES, €/cerda y año	97,27	104,91	7,64
BENEFICIO ANUAL 3R VS 2R, €/cerda y año			-24,47

Al analizar la viabilidad económica de la estrategia en los escenarios antagónicos de precios altos y bajos se observó que la implantación de la misma ocasionaba pérdidas económicas en todas las situaciones (Tabla 8). En el escenario de precios bajos las pérdidas fueron de 24,47 €/cerda y año; mientras que en el de precios altos, éstas se incrementaron hasta los 35,21 €/cerda y año.

Estrategia de suplementar al lechón durante los primeros días de vida

La estrategia consistente en suministrar a los lechones un suplemento isotónico durante los primeros días de vida también supuso una reducción de los ingresos por producción de carne ya que, aunque sólo de forma numérica, los lechones sometidos al tratamiento produjeron menos kg de camada durante la fase de lactación; 62,33 kg frente a los 65,29 kg de las camadas sometidas al control negativo (Tabla 9).

Tampoco se observó ninguna otra variable productiva que ofreciera alguna ventaja económica sobre el resultado final para la aplicación del suplemento. De hecho, hubo que tratar un mayor número de camadas por trastornos entéricos en el grupo suplemento que en el grupo control; suponiendo esto un aumento en lugar de una reducción de costes sobre el resultado económico de la implementación de la estrategia. Tampoco contribuyó a la reducción de los costes el intervalo destete-1ª cubrición, el cual, aunque sólo numéricamente, fue superior en el grupo suplemento.

Tabla 9. Resumen de los parámetros con efecto económico sobre el resultado final de la implementación de la estrategia consistente en suplementar al lechón durante los primeros días de vida, para el escenario de precios actuales.

PARÁMETROS VARIABLES CON LA ESTRATEGIA DE ALIMENTACIÓN	SUPLEMENTO AL LECHÓN		
	Control	Suplemento	Suplemento vs Control
REDUCCIÓN DE INGRESOS	Valor	Valor	Control
Ingresos por lechones destetados por cerda y parto			
Precio promedio lechón de 6,04 kg de peso vivo, €	26,62	26,62	
Peso promedio camada al destete, kg/camada	65,29	62,33	-2,96
Peso promedio lechón al destete, kg/lechón	5,75	5,62	-0,13
Prima adicional por incremento de peso, €/kg	0	0	0
Número de partos por cerda y año, partos/cerda y año	2,38	2,38	
Total, €/cerda y año	684,85	653,80	-31,05
INGRESOS TOTALES, €/cerda y año	684,85	653,80	-31,05
AUMENTO DE COSTES	Control	Suplemento	S vs C
Costes de suplemento	Valor	Valor	
Precio suplemento diluido en agua, €/l	1,08	1,08	
Consumo medio diario, l/camada	0	0,5	
Duración de la administración de suplemento, días/camada	0	7	
Número de partos por cerda y año, partos/cerda y año	2,38	2,38	
Total, €/cerda y año	0,00	9,00	9,00
Costes de tratamientos			
Precio tratamiento <i>Enrovall</i> ®, €/cerda tratada	0,57	0,57	
Cerdas tratadas durante la lactación con <i>Enrovall</i> ®, cerdas	30	35	5
Número de partos por cerda y año, partos/cerda y año	2,38	2,38	
Total, €/cerda y año	17,1	19,95	2,85
Costes de mano de obra			
Precio mano de obra, €/h	6,5	6,5	
Mano de obra extra para administración suplemento, h/cerda y lactación	0	0,5	0,5
Número de partos por cerda y año, partos/cerda y año	2,38	2,38	
Total, €/cerda y año	0	7,74	7,74
Costes por días no productivos			
Coste del día no productivo, €/día	2	2	
Intervalo destete 1ª cubrición, días	4,15	4,3	0,15
Número de partos por cerda y año, partos/cerda y año	2,38	2,38	
Total, €/cerda y año	19,754	20,468	0,714
COSTES TOTALES, €/cerda y año	36,85	57,15	20,30
BENEFICIO ANUAL SUPLEMENTO VS CONTROL, €/cerda y año			-51,34

Finalmente, la implantación de la estrategia conllevó un aumento en los costes, debido fundamentalmente al coste propio del suplemento aportado, así como la mano de obra extra necesaria para su aplicación (Tabla 9). Con todo esto, el resultado económico final de la implementación de esta estrategia fue de **-51,34 €/cerda y año**, es decir, suministrar a los lechones durante una semana en los primeros días de vida un suplemento isotónico, en concreto *Tonistry Px*®, conllevó unas pérdidas económicas de algo más de 51 € por cerda al año.

Al analizar la viabilidad económica de la estrategia en los dos escenarios antagónicos de precios altos y bajos, se observó que en todas las situaciones la implementación de la misma implicaba pérdidas económicas (Tabla 10). En el caso del escenario de precios altos las pérdidas económicas fueron de 55,29 €/cerda y año; mientras que en el de precios bajos, éstas se redujeron a 48,29 €/cerda y año.

Tabla 10. Resumen del resultado económico de la implementación de la estrategia consistente en aumentar el nivel de alimentación de la cerda en lactación, para las situaciones de nivel de precios altos y bajos.

ESCENARIO PRECIOS ALTOS			
PARÁMETROS VARIABLES CON LA ESTRATEGIA DE ALIMENTACIÓN	SUPLEMENTO AL LECHÓN		
	Control	Suplemento	Suplemento vs Control
REDUCCIÓN DE INGRESOS	Valor	Valor	
INGRESOS TOTALES, €/cerda y año	771,81	736,81	-34,99
AUMENTO DE COSTES	Control	Suplemento	
	Valor	Valor	S vs C
COSTES TOTALES, €/cerda y año	36,85	57,15	20,30
BENEFICIO ANUAL SUPLEMENTO VS CONTROL, €/cerda y año			-55,29
ESCENARIO PRECIOS BAJOS			
PARÁMETROS VARIABLES CON LA ESTRATEGIA DE ALIMENTACIÓN	SUPLEMENTO AL LECHÓN		
	Control	Suplemento	Suplemento vs Control
REDUCCIÓN DE INGRESOS	Valor	Valor	
INGRESOS TOTALES, €/cerda y año	617,44	589,45	-27,99
AUMENTO DE COSTES	Control	Suplemento	
	Valor	Valor	S vs C
COSTES TOTALES, €/cerda y año	36,85	57,15	20,30
BENEFICIO ANUAL SUPLEMENTO VS CONTROL, €/cerda y año			-48,29

5.5. Efecto de la condición corporal de la cerda al parto

Finalmente, y a modo de objetivo secundario, se analizó el efecto que tenía el estado de condición corporal con el que la cerda llegaba al parto sobre el consumo, la producción y la movilización de reservas durante la fase de lactación. Para ello se clasificaron todos los animales en 4 grupos que representaban el 25% del total cada uno de ellos, en función de su espesor de grasa dorsal medido a los 2 días tras el parto. Se realizó un análisis para las cerdas primíparas, y otro para las multíparas.

En el caso de las multíparas, no se apreciaron diferencias significativas entre diferentes niveles de condición corporal al parto en consumo medio diario, aunque numéricamente sí se observó que conforme la cerda entraba más grasa en maternidad su consumo en lactación se veía reducido (Tabla 11). En cuanto a las variables relacionadas con la producción, tampoco se apreciaron diferencias significativas, si bien es cierto que, numéricamente, la ganancia de camada diaria mejoraba conforme más grasas llegaban las cerdas al parto, y la mortalidad se veía reducida.



Tabla 11. Efecto de la condición corporal de la cerda múltipara al parto sobre el consumo, la producción y la movilización de reservas durante la fase de lactación.

Parámetros productivos	EGD postparto				Error Estándar	Significación
	<8,6 mm	8,6-10,9 mm	10,9-13,4 mm	>13,4 mm		
Número de cerdas	31	33	33	34		
EGD Postparto, mm	6,87 ^d	9,59 ^c	11,83 ^b	15,77 ^a	0,236	<0,0001
Consumo medio diario en lactación, kg/día	7,03	7,01	6,98	6,89	0,156	0,949
Tamaño de la camada al destete, lechones/camada	11,16	11,09	11,33	11,34	0,281	0,901
Peso promedio camada al destete, kg/camada	63,54	65,16	67,46	69,11	2,863	0,548
Peso promedio lechón al destete, kg/lechón	5,66	6,09	5,87	5,92	0,191	0,482
CV peso lechón al destete, %	23,54	20,01	20,69	19,95	1,278	0,179
GMD, g lechón/día	203,79	215,87	216,79	226,84	8,297	0,305
GCM, kg camada/día	2,26	2,38	2,46	2,58	0,117	0,297
Mortalidad lactación, %	9,51	8,76	6,21	4,22	2,14	0,299
ID1 ^ª C, días	4,05	4,39	4,19	4,11	0,193	0,616
Variación de peso de la cerda en lactación, kg	2,54 ^a	0,49 ^{ab}	-3,95 ^{ab}	-4,97 ^b	1,948	0,023
Variación EGD en lactación, mm	0,48 ^a	-0,25 ^{ab}	-0,56 ^{ab}	-0,99 ^b	0,319	0,016
Variación predicción grasa en lactación, kg	1,18 ^a	-0,23 ^{ab}	-1,56 ^b	-2,37 ^b	0,739	0,007
Variación EL en lactación, mm	1,71	0,46	-0,39	0,92	0,841	0,336
Variación predicción proteína en lactación, kg	0,27	0,17	-0,49	-0,52	0,288	0,099

Distinta letra en la misma fila indica diferencias significativas (P<0,05)

Aunque no lo fue de forma significativa, un mayor consumo de las cerdas menos grasas al parto, junto con un ligero descenso en la producción conllevó la aparición de diferencias significativas en lo que se refiere a movilización de reservas. El 50% de las cerdas con condición corporal más baja al parto ganaron peso durante la lactación; mientras que el resto de los animales perdió. Las ganancias y las pérdidas se agudizaron conforme menor o mayor espesor de grasa dorsal poseía la cerda a la entrada en maternidad, respectivamente. Una tendencia parecida se observó también en cuanto a la variación de grasa. Conforme más bajo era el estado de reservas con el que la cerda llegaba al parto, menos cantidad de grasa movilizó; incluso el 25% de las cerdas menos grasas consiguieron depositar tejido adiposo durante la lactación. En variación de espesor de lomo y de predicción de contenido de proteína no se apreciaron diferencias significativas; de la misma manera que tampoco se aparecieron en el intervalo destete-1ª cubrición. Tampoco fue significativa la interacción entre los efectos condición corporal de la cerda al parto y su ciclo reproductivo para ninguna de las variables analizadas.

En el caso de las cerdas primíparas, se observó una tendencia similar al de las multíparas. Sin serlo de forma significativa, sí que se pudo comprobar que conforme menos grasa entraba la cerda en maternidad menor era su producción (Tabla 12). Sin embargo, en cuanto al consumo no se pudo establecer una relación tan clara entre condición corporal de la cerda al parto e ingesta de pienso; si bien es cierto que, aunque sólo de forma numérica, las cerdas menos grasas fueron las que mayor consumo medio diario experimentaron. De la misma manera que en caso anterior, esto contribuyó a diferencias significativas en movilización de reservas. El 25% de las cerdas menos grasas al parto ganaron peso durante la lactación, mientras que el resto perdieron, en mayor medida, conforme mayor fue su espesor de grasa dorsal a la entrada en maternidad. Respecto a la variación de grasa todos los animales perdieron, aunque en menor medida conforme más delgadas llegaban al parto. Y tampoco se observaron diferencias significativas en variación del espesor de lomo o de la predicción del contenido de proteína, ni en el intervalo destete-1ª cubrición.



Tabla 12. Efecto de la condición corporal de la cerda primípara al parto sobre el consumo, la producción y la movilización de reservas durante la fase de lactación.

Parámetros productivos	EGD postparto				Error Estándar	Significación
	<11 mm	11-13,9 mm	13,9-16,1 mm	>16,1 mm		
Número de cerdas	14	16	14	16		
EGD Postparto, mm	9,27 ^d	12,51 ^c	15,07 ^b	18,83 ^a	0,403	<0,0001
Consumo medio diario en lactación, kg/día	5,79	5,71	5,63	5,75	0,203	0,949
Tamaño de la camada al destete, lechones/camada	10,93	11,19	11,86	11,5	0,405	0,431
Peso promedio camada al destete, kg/camada	52,75	54,69	56,83	57,07	3,785	0,839
Peso promedio lechón al destete, kg/lechón	4,74	4,84	4,76	4,93	0,227	0,939
CV peso lechón al destete, %	24,05	19,64	18,19	20,41	1,798	0,156
GMD, g lechón/día	169,73	171,37	169,14	180,26	10,969	0,875
GCM, kg camada/día	1,89	1,94	2,01	2,09	0,171	0,829
Mortalidad lactación, %	15,92	13,48	8,29	11,55	3,132	0,401
ID1 ^a C, días	4,01	4,6	4,15	4,33	0,161	0,061
Variación de peso de la cerda en lactación, kg	1,01 ^a	-4,53 ^{ab}	-5,89 ^{ab}	-7,91 ^b	2,188	0,039
Variación EGD en lactación, mm	-0,19 ^a	-1,03 ^{ab}	-1,29 ^{ab}	-2,88 ^b	0,542	0,008
Variación predicción grasa en lactación, kg	-0,04 ^a	-2,68 ^{ab}	-2,62 ^{ab}	-5,51 ^b	1,059	0,007
Variación EL en lactación, mm	-1,43	-3,04	-1,01	-2,39	0,941	0,415
Variación predicción proteína en lactación, kg	0,24	-0,34	-0,66	-0,39	0,308	0,246

Distinta letra en la misma fila indica diferencias significativas (P<0,05)

6. Discusión

6.1. Efecto del nivel de alimentación de la cerda y del suplemento a los lechones

Efecto del nivel de alimentación de la cerda

Los problemas ocasionados por el incremento de la prolificidad de las cerdas utilizadas en las explotaciones actuales se hacen especialmente notables durante la fase de lactación. Un mayor número de lechones que amamantar, cuyo principal factor de crecimiento durante la primera etapa de su vida es la producción de leche, conlleva un aumento del esfuerzo productivo que debe realizar la cerda durante esta fase productiva. El presente estudio se planteó bajo la hipótesis de que quizás los niveles de alimentación de la cerda en lactación no habían avanzado en paralelo al aumento de la prolificidad; cabiendo la posibilidad de que se estuvieran convirtiendo en un limitante de la producción de leche al no lograr el total cubrimiento de las necesidades nutricionales de estos nuevos animales.

Para comprobar la posible existencia de una limitación nutricional se intentó aumentar la productividad de la cerda en lactación suministrándole una ración extra diaria. Mediante esta estrategia el consumo medio en lactación potencial teórico se incrementaba desde 6,9 kg/día hasta 8,3 kg/día (primíparas) y 8,9 kg/día (multíparas). En la práctica únicamente se observó una diferencia significativa en el consumo entre grupos de 700 g. Esta diferencia entre lo esperado y lo obtenido podría explicarse por el simple hecho de que la ingestión de pienso depende de muchos factores asociados al propio animal y a las condiciones de producción (Eissen et al., 2000) y/o a las condiciones ambientales (Quinou et al., 2000; Silva et al., 2009a; Rosero et al., 2012). La obligatoriedad de ofrecer las 3 raciones diarias concentradas entre las 7 y la 1 de la mañana debido al horario laboral de la explotación también pudo contribuir a que las cerdas no fueran capaces de aprovechar todo el potencial de ingesta que les ofrecía la curva 3T. A pesar de ello, comparado con los estudios más relevantes realizados en la última década con cerdas en lactación, los 7,08 kg/día ingeridos de media por las cerdas sometidas a la curva 3T están por encima de los consumos obtenidos en todos estos ensayos. El consumo más alto obtenido fue de 6,80 kg/día (Park et al., 2010), seguido de 6,73 kg/día (Song et al., 2010), 6,31 kg/día (Flohr et al., 2013) y 6,18 kg/día (Shelton et al., 2012); mientras que en el resto de los trabajos no se alcanzaron los 6 kg/día de promedio.

A pesar de que las cerdas sometidas a la estrategia para aumentar su consumo en lactación consumieron una mayor cantidad de pienso, esto no se tradujo en una mayor producción. Con todo esto no se pudo establecer ninguna correlación entre el consumo medio diario de la cerda en lactación y su rendimiento productivo. Quizás la escasa diferencia de consumo lograda entre grupos no fue suficiente para que se pudieran apreciar más diferencias productivas; aunque es cierto que no se ha demostrado hasta

la fecha ninguna relación directa entre la ingesta diaria en lactación y la productividad de la cerda. De hecho, en la revisión realizada por Gasa y Solà-Oriol para el XXXII curso de especialización FEDNA de los 60 ensayos referidos a cerdas en lactación publicados durante los últimos 10 años en Europa y Norteamérica (Gasa, J. y Solà-Oriol, D., 2016), no se puede establecer ninguna relación entre el consumo medio diario en lactación y el número de lechones destetados y/o el peso vivo promedio de los mismos.

Sin embargo, mayores consumos con rendimientos productivos similares sí provocaron diferencias significativas en cuanto a movilización de reservas. Las cerdas que más pienso consumieron lograron ganar peso durante la lactación, mientras que las de menor consumo, perdieron. Los resultados obtenidos concuerdan con la gran mayoría de estudios en el que se llegó siempre a la misma conclusión: las cerdas que más reservas movilizan durante la lactación son las que menor cantidad de pienso ingieren (Rojkitikhun et al., 1993; Everts y Dekker, 1994; Bergsma et al., 2009). Algunos autores apuntan que pérdidas de peso comprendidas entre 20 y 30 kg durante la fase de lactación son habituales debido al balance energético negativo que se crea por la gran demanda energética de la producción y la limitación en el consumo (Theil et al., 2012). En este caso, las pérdidas de peso globales del conjunto de todas las cerdas durante la lactación fueron solamente de 3 kg. Este dato tan lejano a la bibliografía podría explicarse por el hecho de que los niveles de producción fueron algo escasos, con pocos lechones destetados por camada, así como un bajo peso promedio del lechón al destete (Tabla 3); sumado todo ello a unos consumos bastante elevados, incluso para el grupo de cerdas alimentadas en base a la curva 2T. De hecho, de los 60 ensayos con cerdas en lactación citados anteriormente, únicamente en 5 de ellos se consiguieron consumos superiores a los 6,35 kg/día obtenidos en este grupo de animales.

A pesar de todo, todas las cerdas de media movilizaron grasa durante la lactación; siendo mucho mayor la pérdida en aquellas que experimentaron menor consumo. De nuevo los resultados fueron acorde a la bibliografía, siendo las cerdas que menos consumen las que más reservas movilizan (Rojkitikhun et al., 1993; Everts y Dekker, 1994; Bergsma et al., 2009) y, por lo general, movilizando todas ellas tejido adiposo (Bergsma et al., 2009). Gasa y Solà-Oriol (2016) van más allá e indican que, en la movilización de reservas de la cerda en lactación, la mayor proporción de tejido perdido es adiposo; fijando la composición media del tejido movilizado en un 72% grasa y 28% proteína; aunque también es cierto que esta proporción depende de muchos factores, entre otros, de la edad del animal (Mullan et al., 1989). La citada composición del tejido movilizado concordaría con los resultados obtenidos, pues, como ya se ha dicho, todas las cerdas perdieron grasa, y únicamente las que ingirieron menor cantidad de pienso en lactación perdieron también músculo; mientras que las de mayor consumo lograron depositarlo. Estas diferencias respecto a la movilización de reservas entre las cerdas de ambos grupos podrían explicar las diferencias significativas en el intervalo destete-1ª cubrición. Éste se prolongó, de media, 0,4 días más en las cerdas alimentadas en base a la curva 2T que en las de mayor ingesta. Son varios los autores que coinciden en que existe una correlación negativa entre la energía ingerida durante la lactación y la duración del intervalo destete-celo (Koketsu et al., 1996); y que pérdidas de peso excesivas durante la lactación alargan el intervalo destete-1ª cubrición e incrementan la aparición de un mayor porcentaje de cerdas con anoestro (Johnston et al., 1989; Yoder et al., 2013). De

hecho, hay quien va más allá indicando que con pérdidas de peso superiores al 10% del peso vivo a la entrada en paridera se incrementa el intervalo destete-celo y se reduce el tamaño de la camada al ciclo siguiente (Thaker y Bilkey., 2005). En este caso, el aumento de la duración de este intervalo se produjo con unas pérdidas de peso en lactación de solamente el 2,51%, en términos medios. También se pudo corroborar en este estudio el fenómeno ampliamente aceptado de que, en términos de fertilidad y prolificidad, las pérdidas de grasa durante la lactación de la cerda tienen menor efecto que las de tejido magro (Foxcroft et al., 2005). De hecho, todas las cerdas perdieron grasa, mientras que las que incrementaron su intervalo deste-1ª cubrición fueron las únicas que movilizaron también tejido muscular.

Al analizar la interacción entre el efecto nivel de alimentación de la cerda y su ciclo productivo, lo más destacable fue el peor comportamiento de las cerdas primíparas frente a la curva 3T. Las cerdas multíparas experimentaron mayores consumos con dicha curva, e incluso lograron ganar peso, depositar proteína, y, las de ciclos más avanzados, depositar grasa también. Por el contrario, las cerdas de primer parto movilizaron grasa y proteína y perdieron peso, independientemente del nivel de alimentación al que fueron sometidas. Respecto al consumo, el objetivo de aumentar la ingesta al implementar una curva más agresiva, no sólo no se consiguió en las cerdas de primer parto; sino que produjo el efecto contrario. Es importante recordar el poco espacio de tiempo entre tomas debido a la organización laboral de la propia granja, pudiendo obtener mejores resultados si se ampliaran los horarios de alimentación a lo largo de todo el día. No obstante, estos fenómenos podrían explicarse también por el hecho de que estas cerdas primerizas, calificadas por algunos autores como “cerdas inexpertas”, priorizan en gran medida la producción frente a la movilización de reservas (Johnston et al., 1989). Además, hay que tener en cuenta que las necesidades energéticas en estos animales son superiores por el hecho de sumarse a las necesidades de producción de leche y mantenimiento, las necesidades de crecimiento y desarrollo de la propia cerda (NRC, 2012). Todo esto, junto con la menor capacidad de ingesta debido a la menor envergadura de estos animales jóvenes y la mayor carga de lechones en el proceso de cesiones/adopciones al establecer las camadas tras el parto, contribuyó al aumento del balance energético negativo de la cerda en lactación; conllevando menores consumos y mayores movilizaciones de reservas.

Productivamente, aunque sólo de forma numérica, se apreció que únicamente las cerdas de 2º y 3º ciclo ofrecieron mejores resultados cuando fueron sometidas a la curva 3T; mientras que para el resto de animales la curva 2T produjo mejores rendimientos productivos. La máxima producción de leche tiene lugar entre el 2º y 4º parto (Revell et al., 1998; King., 2000), dato que coincide con el ciclo productivo de las cerdas que rindieron mejor con la curva 3T. Esto podría explicar que ese incremento en la cantidad de pienso aportado durante la lactación solamente fuera aprovechado por aquellas cerdas que se encontraban en el periodo de sus vidas con mayor potencial productivo.

Efecto del suplemento al lechón

El incremento de la prolificidad lleva consigo una reducción del peso medio del lechón al nacimiento y un incremento del coeficiente de variación de pesos. Estos efectos negativos, que se arrastran durante toda la fase de transición y cebo, se incrementan con el número de nacidos totales (Quesnel et al., 2008). Todo esto provoca la aparición de lechones de bajo peso al nacimiento, los cuales suelen poseer menor vitalidad y suelen requerir de cuidados extra y/o algún tipo de suplementación especial para garantizar su supervivencia. De hecho, está demostrado que el índice de mortalidad en lactación va aumentando conforme menor es el peso del lechón al nacimiento (Ferrari et al., 2014). Otros autores encontraron que los lechones muertos durante la lactación pesaban al nacimiento 0,3 kg menos que los que sobrevivieron al destete (Baxter et al., 2003). Ambas tendencias se apreciaron también en los resultados del presente estudio. Con todo ello se planteó la hipótesis de que un suplemento isotónico suministrado a los lechones durante los primeros días de vida ayudaría al crecimiento y desarrollo de, precisamente, este grupo de animales más débiles o con menores posibilidades de supervivencia. Lejos de lo esperado, el grupo de lechones sometidos a la suplementación con *Tonistry Px*® no ofreció ventajas productivas frente a los animales del grupo control en las variables analizadas.

Es cierto que los valores de mortalidad para ambos grupos no fueron excesivamente elevados, también por el hecho de que no se contabilizaron aquí las bajas entre el parto y el día 2 de vida. No obstante, se encuentran dentro del rango de mortalidad en lactación entre el 8 y el 25% que definen algunos autores (Muns et al., 2014;2015). La mortalidad fue superior en el grupo suplemento, en concreto, 9,38% frente al 7,29% del grupo control. Estos resultados no concuerdan con los presentados por la empresa productora del producto utilizado (Tonistry International Limited, USA), en los que los consumos medios diarios de producto por parte de las camadas fueron muy similares a los obtenidos en este trabajo. En una de las pruebas obtuvieron un 10,3% de mortalidad en el grupo suplemento frente al 15% del grupo control; mientras que en otro ensayo lograron reducir la mortalidad en un 22% usando dicho producto (8,9% suplemento vs 11,2% control). Otro ensayo en el que se probaba un suplemento energético de nombre comercial *Vigorol*®, únicamente ofreció reducciones en mortalidad en el grupo de lechones de muy bajo peso al nacimiento (<1,00kg); no pudiéndose observar entre animales tratados y no tratados conforme el peso al nacimiento de los mismo era superior a 1 kg (Declerck et al., 2016).

Además, se apreció una inversión de la mortalidad entre el periodo de administración del suplemento y el posterior. Esto podría inducir a pensar que el suplemento contribuyó a mantener con vida a los lechones más débiles, los cuales comenzaron a morir al cesar la administración del producto; ocasionando así un efecto doble destete. Estos lechones, en condiciones de control negativo murieron durante los primeros días de vida; de ahí que la mortalidad en el grupo control fuera superior en los primeros 9 días de lactación. Por el contrario, al cesar el tratamiento se incrementó la mortalidad en el grupo suplemento, mientras que en el control disminuyó hasta el destete. El análisis de la tipología de las bajas en cada tratamiento ayudaría también a corroborar esta hipótesis. Mientras que en el grupo control murieron un mayor porcentaje de lechones por falta de viabilidad en el primer periodo de lactación (76% frente a 72% tras la finalización del tratamiento); en el grupo suplemento este porcentaje fue mayor

durante el periodo en el que no se administró el producto (83% frente a 69% durante la administración del suplemento).

El suplemento no consiguió aumentar el peso promedio del lechón al destete, el cual, aunque sólo de forma numérica resultó ser inferior en el grupo de lechones tratados, 5,62kg frente a 5,75 kg en el grupo control. Estos resultados concuerdan con los del ensayo del suplemento energético *Vigorol*®, donde el peso del lechón al destete fue menor para los lechones sometidos al tratamiento (Declerck et al., 2016).

Tampoco logró reducir la variabilidad de pesos al destete, siendo significativamente superior el coeficiente de variación de estos en el grupo suplemento, 22,13% frente a 19,46%. Y la misma tendencia se apreció en la ganancia media diaria, de nuevo en desacuerdo con los resultados obtenidos por Tonysity International Limited, en cuyos ensayos obtuvieron ganancias medias diarias significativamente superiores en los animales tratados con el suplemento.

6.2. Efecto del ciclo productivo de la cerda

En el análisis del efecto del ciclo productivo de la cerda, además de comprobar la gran repercusión que tiene la paridad sobre el rendimiento de la cerda en lactación; lo más destacable fueron las grandes diferencias en el comportamiento productivo de las cerdas primíparas respecto al de las múltiparas. Éstas fueron las que menos pienso consumieron y las que más reservas movilizaron; ofreciendo también los peores resultados productivos. Estos resultados concuerdan de nuevo con el hecho de que para estas cerdas jóvenes de menor envergadura y, por tanto, de menor capacidad de ingesta, se les suman, a las necesidades de mantenimiento y producción de leche, las del propio crecimiento y desarrollo del animal (NRC, 2012).

Dentro de las múltiparas, conforme aumentaba la paridad de la cerda se observó que mejoraban los resultados productivos de las mismas; siendo los animales de 4 o más partos los que obtuvieron mayor peso del lechón al destete, menor mortalidad pre-destete y mayor ganancia de camada diaria en lactación. Estos resultados no acaban de concordar al 100% con los de aquellos autores que apuntan que el pico de producción de leche tiene lugar entre el 2º y el 4º parto (Revell et al., 1998; King, 2000); si bien es cierto que las diferencias entre estos ciclos y los más productivos del estudio no llegaron a ser significativas; siendo también inferior el número de cerdas viejas al del resto de los grupos. De nuevo dentro de las múltiparas, el grupo de animales que ofreció peores resultados productivos durante la lactación fue el de las cerdas de 2º y 3º; las cuales probablemente pudieron acusar alguno de los síntomas del conocido como “síndrome del 2º parto” (Boulot et al., 2012).

6.3. Efecto de la réplica

La percepción en granja de una mayor incidencia de diarrea en una de las repeticiones llevó a tener en cuenta el efecto de la réplica en el análisis estadístico. Éste corroboró dicha sospecha con diferencias significativas en la mayoría de las variables analizadas entre bloques. Esa mayor incidencia tuvo lugar en la réplica1, en la cual se apreciaron los mayores índices de mortalidad pre-destete (13,49%), los menores pesos de lechón al destete (5,39 kg) y las menores ganancias de camada diaria (1,99 kg/día).

A pesar de que la cerda realizó un esfuerzo productivo inferior en esta réplica, mantuvo un elevado nivel de consumo, igual al de las cerdas de las demás repeticiones; si bien es cierto que la movilización de reservas fue inferior en estos animales, los cuales consiguieron incluso depositar tejido magro. Estos resultados de nuevo concuerdan con lo que apuntan ciertos autores como Theil (2012) de que las pérdidas de peso durante este periodo son habituales debido al balance energético negativo que se produce. No obstante, el hecho de que las cerdas mantuvieran consumos elevados aun obteniendo rendimientos productivos inferiores, e incluso así perdieran peso hace cuestionarse la premisa de si realmente la movilización de reservas en lactación es consecuencia de una ingesta insuficiente (Eissien et al 2000), o de cuál es la causa y cuál la consecuencia entre la variación de consumo y la producción de leche y/o movilización de reservas (Hartmann e al., 1997).

Vistos los resultados productivos poco favorables para el grupo de lechones sometidos al tratamiento con el suplemento isotónico, se aprovechó también la mayor incidencia de diarrea en la réplica 1 para tratar de analizar el comportamiento de *Tonistry Px*® en situaciones graves de incidencia de trastornos entéricos. A diferencia de los resultados presentados por la empresa productora (Tonistry International Limited, USA), en los que al ensayar el producto bajo condiciones severas de diarrea obtuvieron un mejor comportamiento productivo y una menor mortalidad en el grupo suplemento; no se halló en el presente estudio ninguna interacción significativa entre los efectos réplica y suplemento al lechón para ninguna de las variables analizadas. Tampoco se hallaron diferencias significativas en la comparación de la valoración de diarrea en las camadas control frente a las camadas suplemento.

6.4. Análisis económico de las estrategias

Como ya se ha visto, ninguna de las dos estrategias probadas para aumentar el peso del lechón al destete y reducir así la variabilidad de pesos a la entrada en transición tuvo el efecto productivo deseado. Como es lógico, la implementación de estas estrategias supuso un aumento en los costes respecto a la situación de producción habitual, por el hecho fundamental de que se precisó una mayor cantidad de mano de obra y porque se consumieron ciertos recursos como fue una mayor cantidad de pienso y/o un determinado suplemento isotónico.

Partiendo de que ambas estrategias llevarían consigo unos costes superiores, la implementación de éstas debería haber producido un aumento en el rendimiento productivo de las cerdas lo suficientemente elevado como para que los ingresos obtenidos por la mayor cantidad de carne producida superasen a estos costes extra; bajo las condiciones económicas establecidas para el análisis. Lejos de aumentar los ingresos, tanto aumentar el nivel de alimentación de la cerda en lactación como suplementar al lechón, conllevaron un descenso de la producción, ocasionando así una reducción de los ingresos.

Con todo lo anterior se pudo apreciar que ninguna de las dos estrategias probadas gozaba de viabilidad económica en su aplicación, al menos bajo las condiciones de campo del presente estudio. De hecho, para las condiciones económicas presentes durante el periodo experimental, aumentar el nivel de alimentación de la cerda ocasionó unas pérdidas económicas de cerca de 30 € por cerda al año; mientras que suplementar al lechón produjo unas pérdidas de algo más de 51 € por cerda al año.

6.5. Efecto de la condición corporal de la cerda al parto

Dado que son muy diferentes las pautas de alimentación utilizadas para alimentar a la cerda durante la gestación, y las recomendaciones han ido evolucionando mucho a lo largo de los años; se planteó como objetivo secundario del presente trabajo el análisis del efecto de la condición corporal de la cerda al parto sobre su rendimiento productivo en lactación. Varios estudios recomiendan el aumento del nivel de alimentación de la cerda durante la última fase de gestación porque han obtenido con ello incrementos en el peso del lechón al nacimiento (Morillo et al., 2014; Caballero et al., 2015; Gonçalves et al., 2015). Implementar esta medida puede provocar el aumento de la condición corporal de la cerda a la llegada a maternidad, por lo que debe tenerse en cuenta también los efectos que esto puede conllevar durante la fase de lactación. No obstante, cada animal posee un potencial genético diferente al resto para producir leche, ingerir alimento e incluso para movilizar reservas (NRC, 2012). Prueba de ello es la gran disparidad entre los animales del estudio en referencia al espesor de grasa dorsal al post-parto, cuando todos ellos fueron sometidos a la misma pauta de alimentación en gestación; estos valores estuvieron comprendidos entre los 4,7 y los 24,5 mm.

Aunque se analizaron por separado las cerdas primíparas de las multíparas, la tendencia observada fue muy parecida en los dos grupos de animales. Lo primero que se apreció fue que conforme el espesor de grasa dorsal de la cerda al parto era menor, mayor resultó el consumo diario en lactación y menor la movilización de reservas; aunque es cierto que las únicas diferencias significativas se apreciaron en lo referente a movilización de reservas y, concretamente, a variación de peso vivo y grasa. Estos resultados concuerdan perfectamente con la bibliografía, donde son varios los autores que indican que el incremento de grasa dorsal a final de gestación se relaciona con una disminución lineal del consumo durante la lactación y un aumento de pérdidas de grasa dorsal y peso vivo (Kim et al., 2015); y que si la cerda llega al parto con un estado corporal elevado consumirá menos pienso y movilizará más grasa durante la lactación (Dourmad, 1991; Decaluwé et al., 2014).

Respecto al efecto de la condición corporal de la cerda al parto sobre la producción, aunque las diferencias fueron solamente numéricas, se observó que a medida que la cerda llegaba más engrasada a final de gestación, las ganancias de camada diaria en lactación se veían incrementadas, y la mortalidad pre-destete descendía. Los mayores rendimientos productivos se obtuvieron para el 25% de los animales que llegaron al parto en mayor condición de reservas corporales; no obstante, el espesor medio de grasa dorsal de estos fue únicamente de 15,85 mm. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por otros autores como Hausen (2012) que indicó que las cerdas con reservas moderadas, entre 17 y 20mm de espesor de grasa dorsal al parto, producían más leche al compensar mejor el catabolismo producido por la situación de bajo apetito y baja relación consumo/necesidades; o los obtenidos por Cools (2014), consistentes en que los lechones procedentes de las cerdas moderadamente magras (16-22 mm de espesor de grasa dorsal al parto) tenían un mayor crecimiento en lactación que las cerdas engrasadas (>22 mm). También están en relación con los obtenidos en otro estudio en el que se concluyó que las cerdas delgadas producían un 15% más de leche que las cerdas engrasadas; siendo las cerdas delgadas aquellas con un espesor de grasa dorsal promedio al parto de 17,9 mm; y las engrasadas, las de 24,3 mm. (Revell et al., 1998).

7. Conclusión

En primer lugar, ninguna de las dos estrategias probadas para tratar de aumentar el peso del lechón al destete logró el objetivo deseado. La aplicación de ambas dos llevó asociado un incremento de los costes de producción que no se vio compensado por un aumento en el rendimiento productivo de las cerdas. Todo ello mostró la inviabilidad, tanto productiva como económica de ambas estrategias; descartando así la recomendación de su aplicación a nivel comercial.

El aporte de un suplemento isotónico a los lechones durante los primeros días de vida no provocó la aparición de ventajas productivas en las camadas que recibieron el tratamiento, frente al resto de animales que fueron sometidos a un control negativo. Parece ser que éste únicamente ayudó a mantener con vida a los lechones más débiles mientras recibían el suplemento; animales que murieron tras al cese del tratamiento.

Al analizar diversas variables productivas referentes al consumo, la producción y la movilización de reservas de la cerda en lactación se pudieron observar ciertas tendencias. Parece ser que el consumo no fue el principal factor que condicionó la producción de leche, pues las cerdas que mayor cantidad de pienso ingirieron no fueron las que mayor ganancia de camada diaria durante la fase de lactación ofrecieron. En cambio sí que se pudo establecer una relación directa entre consumo y movilización de reservas; principalmente en lo referido a variación de peso vivo, de espesor de grasa dorsal, o predicción del contenido de grasa. Es sabido que el tamaño de la camada y la capacidad de la misma para estimular a la cerda mediante el amamantamiento es uno de los mayores condicionantes de la producción de leche; y que las cerdas suelen priorizar la producción, por lo que en caso de balance negativo tienden a movilizar reservas.

Mediante el presente estudio pudo comprobarse el hecho de que la ingesta de pienso en lactación ejerce un gran efecto sobre la movilización de tejidos y, consecuentemente, sobre la producción de leche/carne. Sin embargo, no se pudo llegar a concluir si la producción es la causa de la movilización de reservas en casos de limitaciones en la ingesta o, por el contrario, la producción es la consecuencia de dicha movilización.

Con los resultados obtenidos también se pudo establecer una correlación inversa entre el consumo de la cerda en lactación y el intervalo destete-1ª cubrición; el cual no se vio afectado por el ciclo productivo de la cerda ni por su condición corporal al parto. No obstante, parece ser que más que el consumo, lo que provocó que dicho intervalo se prolongase fue la movilización de tejido magro; si bien es cierto que éste parámetro está estrechamente relacionado con la ingesta diaria.

Finalmente, y en referencia al efecto de la condición corporal de la cerda al parto, tal y como apunta la bibliografía, el estado óptimo de reservas que la cerda debe tener a final de gestación para afrontar de la mejor manera la lactación y ofrecer así los mejores resultados productivos se situaría entre los 16 y los 18 mm de espesor de grasa dorsal. No obstante, dado que no se apreciaron diferencias productivas significativas entre los distintos niveles de engrasamiento de la cerda al parto, cabe cuestionarse si realmente



es necesario que la cerda llegue con unos niveles de estado de reservas tan elevados. Puesto que tampoco se apreciaron diferencias respecto al intervalo destete-1ª cubrición, quizás sería más adecuado llevar las cerdas al parto con un espesor de grasa dorsal inferior, lo que conllevaría un descenso considerable en los costes de alimentación en gestación; comprobando, no obstante, que este hecho no perjudicara la prolificidad del siguiente ciclo reproductivo. Obviamente es necesario garantizar un nivel de condición corporal mínimo de la cerda al parto, ya que, aunque sólo de forma numérica, las cerdas más delgadas fueron las que peores resultados productivos ofrecieron.

8. Referencias

- Auldist, D.E., Morrish, L., Eason, P., King, R.H. (1998). The influence of litter size on milk production of sows. *Animal Science*, 67: 333-337.
- Azain, M.J., Tomkins, T., Sowinski, J.S., Arentson, R.A., Jewell, D.E. (1996). Effect of supplemental pig milk replacer on litter performance: seasonal variation in response. *Journal of Animal Science*, 74: 2195-2202.
- Baxter, E.M., Jarvis, S., Palarea-Albaladejo, J., Edwards, S.A. (2012). The Weaker Sex? The propensity for Male-Biased piglet mortality. *Plos One*, 7: e30318.
- Baxter, E.M., Rutherford, K.M.D., D'Eath, R.B., Arnott, G., Turner, S.P., Sandoe, P., Moustsen, V.A., Thorup, F., Edwards, S.A., Lawrence, A.B. (2013). The welfare implications of large litter size in the domestic pig II: management factors. *Animal Welfare*, 22: 219-238.
- Beaulieu, A.D., Aalhus, J.L., Williams, N.H., Patience, J.F. (2010). Impact of piglet birth weight, birth order, and litter size on subsequent growth performance, carcass quality, muscle composition, and eating quality pork. *Journal of Animal Science*, 88: 2767-2778.
- Bergsma, R., Kanis, E., Verstegen, M.W.A., van der Pee-Schwering, C.M.C., Knol, E.F. (2009). Lactation efficiency as a result of body composition dynamics and feed intake in sows. *Livestock Science*, 125: 208-222.
- Boulot, S., Després, Y., Badouard, B., Sallé, E. (2012). Characterization of "second parity syndrome" profiles and associated risk factors in French sow herds. 4th European Symposium of Porcine Health Management, 2012.
- Cools, A., Maes, D., Decaluwé, R., Buyse, J., van Kempen, T.A.T.G., Liesegang, A., Janssens, G.P.J. (2014). Ad libitum feeding during the periparturient period affects body condition, reproduction results and metabolism sows. *Animal Reproduction Science*, 145: 130-140.
- Decaluwé, R., Maes, D., Wuyts, B., Cools, A., Piepers, S., Janssens, G.P.J. (2014). Piglets' colostrum intake associates with daily weight gain and survival until weaning. *Livestock Science*, 162: 185-192.
- Declerck, I., Dewulf, J., Decaluwé, R., Maes, D. (2016). Effects of energy supplementation to neonatal low birth weight piglets on mortality, weaning weight, daily weight gain and colostrum intake. *Livestock Science*, 183: 48-53.
- Devillers, N., Le Dividich, J., y Prunier A. (2011). Influence of colostrum intake on piglet survival and immunity. *Animal*, 5: 1605-1612.
- Douglas, S.L., Edwards, S.A., Stuclyffe, E., Knap, P.W., Kyriazakis, I. (2013). Identification of risk factors associated with poor lifetime growth performance in pigs. *Journal of Animal Science*, 91: 4123-4132.

- Dourmad, J.Y. (1991). Effect of feeding level in the gilt during pregnancy on voluntary feed intake during lactation and changes in body composition during gestation and lactation. *Livestock Production Science*, 27: 309-319.
- Dourmad, J.Y., Étienne, M., Valancogne, A., Dubois, S., Van Miglen, J., Noblet, U. (2008). Inraporc: a model and decision support tool for the nutrition of sows. *Animal Feed Science and Technology*, 143: 372-386.
- Dunshea, F.R., Kerton, D.J., Eason, P.J., King, R.H. (1999). Supplemental skim milk before and after weaning improves growth performance of pigs. *Aus. J. Agric. Res.*, 50: 1165-1170.
- Eissen, J.J., Kanis, E., Kemp, B. (2000). Sow factors affecting voluntary feed intake during lactation. *Livestock production science*, 64: 147-165.
- Everst, H., Dekker, R.A. (1994). Balance trials and comparative slaughtering in breeding sows: description of techniques and observed accuracy. *Livestock Production Science*, 37: 339-352.
- FEDNA, 2013. Necesidades nutricionales para Ganado porcino: Normas FEDNA (2ª edición).
- Ferrari, C.V., Sbardella, P.E., Bernardi, M.L., Coutinho, M.L., Vaz, I.S., Wentz, I., Bortolozzo, F.P. (2014). Effect of birth weight and colostrum intake on mortality and performance of piglets after cross-fostering in sows of different parities. *Livestock Science*, 114: 259-266.
- Flohr, J.R., Tokach, M.D., Dritz, S.S., DeRouchey, J.M., Nelssen, J.L., Bergstrom, J.R. (2013). The effects of added vitamin D3 in maternal diets on sow and pig performance. *Swine Day 2013. Kansas State University*: 1-15
- Foxcroft, G.R., Dixon, W.T., Novak, S., Putman, C.T., Town, S.C., Vinsky, M.D. (2006). The biological basis for prenatal programming of postnatal performance in pigs. *Journal of Animal Science*, 84: E105-E112.
- Herpin, P., Damon, M., Le Dividich, J. (2002). Development of thermoregulation and neonatal survival in pigs. *Livestock Production Science*, 78:25-45.
- Hansen, A.V. (2012). Feed intake in reproducing sows. En: Bach, K.E., Knudsen, N.J., Kjeldsen, B.B. (editions.), *Nutritional Physiology of Pigs*. Danish Pig Research Center, Copenhagen, Denmark.
- Hartman, P.E., Smith, N.A., Thompson, M.J., Wakeford, C.M., Arthur, P.G. (1997). The lactation cycle in the sow: physiological and management contradictions. *Livestock Production Science*, 50: 75-87.
- Johnston, L.J., Fogwell, R.N., Weldon, W.C., Ames, N.K., Ullrey, D.E., Miller, E.R. (1989). Relationship between body fat and post-weaning interval to estrus in primiparous sows. *Journal of Animal Science*, 67: 943-950.
- Kim, J.S., Yang, X., Pangeni, D., Baidoo, S.K. (2015). Relationship between backfat thickness of sows during late gestation and reproductive efficiency at different parities. *Animal Science*, 66:1-8.

- King, R.H. (2000). Factors that influence milk production in well fed sows. *Journal of Animal Science*, 78: 19-25.
- Klindt, J. (2003). Influence of litter size and creep feeding on pre-weaning gain and influence of pre-weaning growth on growth to slaughter in barrows. *Journal of Animal Science*, 81: 2434-2439.
- Koketsu, Y., Dial, G.D., Pettigrew, J.E., King, V.L. (1996). The influence of nutrient intake on biological measures of breeding herd productivity. *Swine Health and Production*, 4: 85-94.
- Menella, J.A., Jagnow, C.P., Beauchamp, G.K. (2001). Prenatal and postnatal flavour learning by human infants. *Pediatrics*, 107: 88.
- Moehn, S., Levesque, C.L., Samuel, R.S., Ball, R.O. (2009). Applying new research to reduce sow feed costs. *Adv. Pork Production*, 20: 84-94.
- Morillo, A., Álvarez-Rodríguez, J., Villalba, D., Cano López, G. (2014). Nivel de alimentación y resultados productivos en cerdas gestantes en grupos. XXIX Curso de especialización FEDNA, *Avances en Nutrición y Alimentación Animal*: 113-145.
- Mosnier, E., Etienne, M., Ramaekers, P., Père, M.C. (2010). The metabolic status during the peri partum period affects the voluntary feed intake and the metabolism of the lactating multiparous sow. *Livestock Science*, 127: 127-136.
- Mullan, B.P., Close, W.H., Cole, D.J.A. (1989). Predicting nutrient responses of the lactating sow. *Recent Advances in Animal Nutrition*, Butterworths: 229-243.
- Muns, R., Silva, C., Manteca, X., Gasa, J. (2014). Effect of cross-fostering and oral supplementation with colostrum on performance of new-born piglets. *Journal of Animal Science*, 92: 1193-1199.
- Muns, R., Manteca, X., Gasa, J. (2015). Effect of different management to enhance colostrum intake on piglets' growth and mortality. *Animal Welfare*, 24: 185-192.
- NRC. Nutrients requirements of swine. *Animal Nutrition Review* (2012). Models for Estimating Nutrient Requirements of Swine. National Research Council of the National Academies. The National Academic Press: 127- 155.
- Park, M.S., Shinde, P.L., Yang, Y.X., Kim, J.S., Choi, J.Y., Yun, K., Kim, Y.W., Loakare, J.D., Yang, B.K., Lee, J.K., Chae, B.J. (2010). Reproductive performance, milk composition, blood metabolites, and hormone profiles of lactating sows fed diets with different cereal and fat sources. *Asia-Australia Journal of Animal Science*, 23: 226-233.
- Patience, J. (2015). AFRI Feed Efficiency Project. Presented at: International Conference on Feed Efficiency in Swine, 21 de octubre.
- Pluske, J.R., Payne, H.G., Williams, I.H., Mullen, B.P. (2005). Early feeding for lifetime performance of pigs. *Recent Adv. Animal Nutrition Aust.*, 15: 171-181.

- Quesnel, H., Brossard, L., Valancogne, A., Quinou, N. (2008). Influence of some sow characteristics on within-litter variation of piglet birth weight. *Animal*, 2(12): 1842-1849.
- Quesnel, H., Farmer, C., Devillers, N. (2012). Colostrum intake. Influence on piglet performance and factors of variation. *Livestock Science*, 146:105-114.
- Quinou, N., Dagorn, J., Gaudre, D. (2002). Variation of piglets' birth weight and consequences on subsequent performance. *Livestock Production Science*, 78: 63-70.
- Revell, D.K., Williams, I.H., Mullan, B.P., Ranford, J.L., Smits, R.J. (1998). Body composition at farrowing and nutrition during lactation affect the performance of primiparous sows: I. Voluntary feed intake. Weight loss, and plasma metabolites. *Journal of Animal Science*, 76: 1738-1743.
- Rojkittikhun, T., Einarsson, S., Uvnas-Moberg, K., Edqvist, L.E. (1993). Body weight loss during lactation in relation to energy and protein metabolism in standard-fed primiparous sows. *Journal Veterinary Medicine*, 40: 249-257.
- Rosero, D.S., van Heugten, E., Odle, J., Arellano, C., Boyd, R.D. (2012). Response of the modern lactating sow and progeny to source and level of supplemental dietary fat during high ambient temperatures. *Journal of Animal Science*, 90: 2609-2619.
- Rutherford, K.M.D., Baxter, E.M., D'Eath, R.B., Turner, S.P., Arnott, G., Roeche, R., Ask, B., Sandoe, P., Moustsen, V.A., Thorup, F., Edwards, S.A., Berg, P., Schaal, B., Marlier, L., Soussignan, R. (2013). The welfare implications of large litter size in the domestic pig I: biological factors. *Animal Welfare*, 22: 729-737.
- Shelton, N.W., Nelssen, M.D., Tokach, M.D., Dritz, S.S., Goodband, R.D., DeRouchey, J.M., Yang, H., Mahan, D.C. (2012). Effects of dietary vitamin E level and source on sow, milk, and piglet concentrations of α -tocopherol. *Kansas State University Swine Day. Report of progress*, 1074: 17-27.
- Silva, B.A.N., Noblet, J., Oliveira, R.F.M., Donzelle, J.L., Primot, Y., Renaudeau, D. (2009a). Effects of dietary protein concentration and amino acid supplementation on the feeding behaviour of multiparous lactating sows in a tropical humid climate. *Journal of Animal Science*, 87: 2104-2112.
- Solà-Oriol, D., Roura, E., Torrallardona, D. (2007). Pig preference for cereal based diets, relationship with their digestibility and physical properties. *Livestock Science*, 108: 190-193.
- Solà-Oriol, D., Roura, E., Torrallardona, D. (2009). Feed preference in pigs: effect of cereal sources at different inclusion rates. *Journal of Animal Science*, 87: 562-570.
- Solà-Oriol, D., Roura, E., Torrallardona, D. (2011). Feed preference in pigs: effect of selected protein, fat, and fiber sources at different inclusion rates. *Journal of Animal Science*, 89: 3219-3227.
- Song, M., Baidoo, S.K., Shurson, G.C., Whitney, M.H., Johnston, L.J., Gallaher, D.D. (2010). Dietary effects of dried distillers grains with solubles on performance and milk composition of lactating sows. *Journal of Animal Science*, 88: 3313-3319.

- Sulabo, R.C., Jacela, J.Y., Tokach, M.D., Dritz, S.S., Goodband, R.D., DeRouchey, J.M., Nelssen, J.L. (2010a). Effects of lactation feed intake and creep feeding on sow and piglet performance. *Journal of Animal Science*, 88: 3145-3153.
- Sulabo, R.C., Tokach, M.D., Dritz, S.S., Goodband, R.D., DeRouchey, J.M., Nelssen, J.L. (2010b). Effects of varying creep feeding duration on the proportion of pigs consuming creep feed and neonatal pig performance. *Journal of Animal Science*, 88: 3154-3162.
- Thaker, M.Y.C., Bilkei, G. (2005). Lactation weight loss influences subsequent reproductive performance of sows. *Animal Reproduction Science*, 88: 309-318.
- Theil, P.K., Nielsen, M.O., Sorensen, M.T., Lauridsen, C. (2012). Lactation, milk and suckling. En Knudsen, K.E., Kjeldsen, N.J., Poulsen, H.D., y Jense, B. editores, *Nutritional Physiology of pigs*. Danish Pig Research Centre, Copenhagen: 1-47.
- Theil, P.K. (2015). Transition feeding sows. En: *The Gestating and Lactating Sows*. Chantal Farmer (edition) Academic Publishers, Wageningen: 147-172.
- Tigner, R. (2006). Partial budgeting: a tool to analyse farm business changes. Iowa State University, University Extension, Economics: 1-8.
- Tokach, M., y Goçvalves, M. (2015). Recientes avances en nutrición de cerdas. XXXI Curso de especialización FEDNA, Avances en Nutrición y Alimentación: 23-32.
- Whittemore, C.T., Morgan, C.A. (1990). Model components for the determination of energy and protein requirements for breeding sows: a review. *Livestock Production Science*, 26: 1-37.
- Willis, H.J., Zak, L.J., Foxcroft, G.R. (2003). Duration of lactation endocrine and metabolic state, and fertility of primiparous sows. *Journal of Animal Science*, 81: 2088-2102.
- Wolter, B.F., Ellis, M., Corrigan, B.P., DeDecker, J.M. (2002). The effect of birth weight and feeding of supplemental milk replacer to piglets during lactation on pre-weaning and post-weaning growth performance and carcass characteristics. *Journal of Animal Science*, 80: 301-308.
- Yoder, C.L., Schwab, C.R., Fix, J.S., Stalder, K.J., Dixon, P.M., Duttlingere, V.M., Baas, T.J. (2013). Estimation of deviations from predicted lactation feed intake and the effect on reproductive performance. *Livestock Science*, 154: 184-192.